

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM

PROCEEDINGS

VOLUME XXXIX

No. 8

President: J. VAN DER HOEVE

Secretary: B. BROUWER

CONTENTS

- ORNSTEIN, L. S.: "On the scattering of neutrons in matter". II, p. 904.
- CORPUT, J. G. VAN DER: "Generalisations of CARLEMAN's Inequality", p. 906.
- JAEGER, F. M., J. A. BOTTEMA and E. ROSENBOHM: "The Exact Measurement of the Specific Heats of Metals at High Temperatures. XXVI. The Specific Heats and the Electrical Resistance of Cerium", p. 912.
- JAEGER, F. M., J. A. BOTTEMA and E. ROSENBOHM: "The Exact Measurement of the Specific Heats of Metals at High Temperatures. XXVII. The Specific Heats and the Electrical Resistance of Lanthanum", p. 921.
- BLAAUW, A. H., IDA LUYTEN en ANNIE M. HARTSEMA: "De grenzen der bloeibaarheid en het groeien van den Iris-bol". IIa. (With summary), p. 928.
- BURLET, H. M. DE, und A. KOOMAN: "Manifestation der Doppelnatur des Bogengangs-systems in der Ontogenese des Vertebratenlabyrinthes", p. 937. (With one plate).
- POSTHUMUS, O.: "On the affinities of the Osmundaceae with Grammatopteris and Asterochlaenopsis and with Zygopterideae in general", p. 942.
- GRISS, G. F. C.: "Die konformen Differentialinvarianten eines kovarianten symmetrischen Tensors vierter Stufe im binären Gebiet". (Communicated by Prof. R. WEITZENBÖCK), p. 947.
- BARRAU, J. A.: "Casts of points, rays and planes". (Communicated by Prof. W. VAN DER WOUDE), p. 955.
- BLEEKER, W.: "Meteorologisches zu den 3 holländischen Karakorum-Expeditionen". III. (Communicated by Prof. E. VAN EVERDINGEN), p. 962.
- ALGERA, L.: "Concerning the influence of temperature treatment on the carbohydrate metabolism, the respiration and the morphological development of the tulip". II. (Communicated by Prof. J. C. SCHOUTE), p. 971. (With one table).
- OVEREEM, M. A. VAN: "A sampling-Apparatus for Aeroplankton". (Communicated by Prof. L. G. M. BAAS BECKING), p. 981. (With one plate).
- TAN SIN HOK: "Beitrag zur Kenntnis der Lepidocyliniden". (Communicated by Prof. H. A. BROUWER), p. 990.
- KOENIGSWALD, G. H. R. VON: "Erste Mitteilung über einen fossilen Hominiden aus dem Altpleistocän Ostjawas". (Communicated by Prof. L. RUTTEN), p. 1000. (With one plate).
- THIADENS, A.: "Rudistids from Southern Santa Clara, Cuba". (Communicated by Prof. L. RUTTEN), p. 1010. (With one plate).

ARIËNS KAPPERS, J.: "Brain-bodyweight relation in human ontogenesis and the "indice de valeur cérébrale" of ANTHONY and COUPIN". (Communicated by Prof. C. U. ARIËNS KAPPERS), p. 1019.

RÉVÉSZ, G.: "Die psychoanalytische Trieblehre". (Communicated by Prof. E. D. WIERSMA), p. 1028.

Physics. — *On the scattering of neutrons in matter.* (II). By Prof. L. S. ORNSTEIN. (Communication from the Physical Institute of the University of Utrecht).

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

In this paper we will discuss the frequency law for the energy for the case that the nucleus can be captured by the proton. The distribution law in velocity has been discussed by FERMI in the book offered to ZEEMAN on the 25th of May 1935 (p. 128) for the case of a source, as a problem of diffusion. We will treat the problem of a parallel beam entering in matter of which we follow the individual particles. We assume that at each collision a probability p for capture exists; the probability for reflection being $1-p$, the reflection is assumed to have the character of the collision of rigid spheres.

If we assume that the probability of collision pro unit of time is α , the number of neutrons which at the time has suffered n collisions can be deduced in a way analogous to that of the POISSON—BATEMAN-formula. If N_0 is the number of neutrons at the time $t=0$, the formula

$$N = N_0 e^{-\alpha t}$$

represents the number N of neutrons which have suffered no collision.

The number of neutrons which have suffered one collision only can be deduced in the following way.

During the interval $d\xi$ between ξ and $\xi + d\xi$ the number of collisions is given by

$$N_0 \alpha e^{-\alpha \xi} d\xi$$

A fraction $1-p$ of the neutrons which suffered a collision proceeds and therefore the number which suffered only one collision belonging to the chosen group amounts to

$$(1-p) N_0 \alpha e^{-\alpha \xi} d\xi e^{-\alpha(t-\xi)}.$$

Integrating from 0 to t , we find the number of neutrons which during the time t suffered one collision and are not captured. The result is

$$(1-p) N_0 e^{-\alpha t} \alpha t.$$

In the same way we find for the number of neutrons which suffer n collisions and are not captured

$$\frac{N_0 e^{-\alpha t} \{ \alpha t (1-p) \}^n}{n!} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (I)$$

Now the probability that the energy which is ε_0 at the time zero is

between ε and $\varepsilon + d\varepsilon$ after n collisions (without capture) is given by the function $W_n(\varepsilon)$ introduced in paper (I). Using (I) we get for the probability of an energy ε at the time t :

$$\begin{aligned} P(\varepsilon_0, \varepsilon, t) &= \sum_0^{\infty} \frac{e^{-\alpha t}}{n!} \{\alpha t(1-p)\}^n (W_n(\varepsilon)) \\ \text{or} \quad &= e^{-\alpha p t} \sum_0^{\infty} e^{-\alpha t(1-p)} \{\alpha t(1-p)\}^n W_n(\varepsilon) \end{aligned} \quad (II)$$

We see, therefore, at once that the solution can be given by a formula analogous to (3) of paper (I). Introducing $\alpha t = \nu$, ν being the mean number of collisions during the time t , and $\nu_a = (1-p)\nu$ being the mean number of collisions without capture, we get:

$$P(\varepsilon, \nu) = e^{-p\nu} \frac{\nu_a e^{-\nu_a}}{\varepsilon_0} \frac{2}{ix} J_1(ix) \dots \dots \dots (III)$$

where x is given by the relation

$$\nu_a \ln \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon} = \frac{x^2}{4}.$$

Instead of (II) we can also write:

$$P\left(\varepsilon, \frac{\nu_a}{1-p}\right) = \frac{\nu_a e^{-\frac{\nu_a}{1-p}}}{\varepsilon_0} \frac{2}{ix} J_1(ix)$$

for $\varepsilon = \varepsilon_0$ we have:

$$P(\varepsilon_0, \nu) = e^{-\frac{\nu_a}{1-p}}.$$

From relation (II) we can derive a differentiation-integral equation in the same way as in paper (I). Taking the differential quotient with respect to t and using formula (1) of that paper, we get

$$\frac{\delta P}{\delta t} = -\alpha P + \alpha(1-p) \int_{\varepsilon}^{\varepsilon_0} \frac{d\xi}{\xi} P(\xi, t).$$

Or introducing ν

$$\frac{\delta P}{\delta \nu} + P = (1-p) \int_{\varepsilon}^{\varepsilon_0} \frac{d\xi}{\xi} P(\xi, t) \dots \dots \dots (IV)$$

For $\varepsilon = \varepsilon_0$ the equation takes the form $\frac{\delta P}{\delta \nu} + P = 0$ which has the solution given above.

It is possible to take into account the dependence of p on velocity, which has been neglected in this paper; we hope to do this elsewhere.

Utrecht, Sept. 1936.

Mathematics. — Generalisations of CARLEMAN's Inequality. By J. G. VAN DER CORPUT.

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

In this note I assume that the numbers a_1, a_2, \dots are ≥ 0 , but not all zero, that β_1, β_2, \dots are positive and I write $\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n = \sigma_n$.

Theorem 1:

$$\sum_{n=1}^{\infty} (a_1^{\beta_1} a_2^{\beta_2} \dots a_n^{\beta_n})^{\frac{1}{\sigma_n}} < \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\sigma_{n+1} \beta_n}{\sigma_n \beta_{n+1}} \right)^{\frac{\sigma_n}{\beta_n}} a_n, \quad \dots \quad (1)$$

provided that the second series converges.

If c_1, c_2, \dots are positive, the theorem of the arithmetic and geometric means gives

$$\begin{aligned} S &= \sum_{n=1}^{\infty} (a_1^{\beta_1} \dots a_n^{\beta_n})^{\frac{1}{\sigma_n}} = \sum_{n=1}^{\infty} (c_1^{\beta_1} \dots c_n^{\beta_n})^{\frac{1}{\sigma_n}} \prod_{m=1}^n (c_m a_m)^{\frac{\beta_m}{\sigma_n}} \\ &< \sum_{n=1}^{\infty} (c_1^{\beta_1} \dots c_n^{\beta_n})^{\frac{1}{\sigma_n}} \sum_{m=1}^n \frac{\beta_m}{\sigma_n} c_m a_m \\ &= \sum_{m=1}^{\infty} \beta_m c_m a_m \sum_{n=m}^{\infty} \frac{(c_1^{\beta_1} \dots c_n^{\beta_n})^{\frac{1}{\sigma_n}}}{\sigma_n}, \end{aligned}$$

unless all $c_m a_m$ are equal. I choose

$$c_1^{\beta_1} \dots c_n^{\beta_n} = \left(\frac{\sigma_{n+1}}{\beta_{n+1}} \right)^{\sigma_n},$$

when

$$c_n = \left(\frac{\sigma_{n+1}}{\beta_{n+1}} \right)^{\frac{\sigma_n}{\beta_n}} \left(\frac{\beta_n}{\sigma_n} \right)^{\frac{\sigma_{n-1}}{\beta_n}}, \quad \dots \quad (2)$$

$$\sum_{n=m}^{\infty} \frac{(c_1^{\beta_1} \dots c_n^{\beta_n})^{\frac{1}{\sigma_n}}}{\sigma_n} = \sum_{n=m}^{\infty} \frac{\beta_{n+1}}{\sigma_n \sigma_{n+1}} = \sum_{n=m}^{\infty} \left(\frac{1}{\sigma_n} - \frac{1}{\sigma_{n+1}} \right) \leq \frac{1}{\sigma_m},$$

and then

$$S < \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\beta_m c_m a_m}{\sigma_m} = \sum_{m=1}^{\infty} \left(\frac{\sigma_{m+1} \beta_m}{\sigma_m \beta_{m+1}} \right)^{\frac{\sigma_m}{\beta_m}} a_m,$$

unless $a_m = \frac{q}{c_m}$. If $a_m = \frac{q}{c_m}$ where $q > 0$, then the left side of the stated inequality is

$$q \sum_{n=1}^{\infty} (c_1^{\beta_1} \dots c_n^{\beta_n})^{-\frac{1}{\sigma_n}} = q \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\beta_{n+1}}{\sigma_{n+1}}$$

and the right side

$$q \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\beta_n}{\sigma_n} > q \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\beta_{n+1}}{\sigma_{n+1}}.$$

This completes the proof of the theorem.

Theorem 2: If $k > -1$ and

$$\frac{\sigma_{n+1}}{\beta_{n+1}} - \frac{\sigma_n}{\beta_n} \leq \frac{1}{k+1} \quad (n=1, 2, \dots), \quad (3)$$

then

$$\sum_{n=1}^{\infty} (a_1^{\beta_1} \dots a_n^{\beta_n})^{\frac{1}{\sigma_n}} < e^{\frac{1}{k+1}} \sum_{n=1}^{\infty} a_n, \quad (4)$$

provided that the last series converges.

Under the additional condition that

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{\sigma_{n+1}}{\beta_{n+1}} - \frac{\sigma_n}{\beta_n} \right) = \frac{1}{k+1} \quad (5)$$

and that σ_n and $\frac{\sigma_n}{\beta_n}$ tend to infinity, the constant $e^{\frac{1}{k+1}}$ is the best possible.

From (3) it follows

$$\frac{\sigma_{n+1} \beta_n}{\sigma_n \beta_{n+1}} \leq 1 + \frac{1}{k+1} \frac{\beta_n}{\sigma_n}, \text{ hence } \left(\frac{\sigma_{n+1} \beta_n}{\sigma_n \beta_{n+1}} \right)^{\frac{\sigma_n}{\beta_n}} < e^{\frac{1}{k+1}},$$

so that theorem 1 includes inequality (4).

If I write $a_n = \frac{q}{c_n}$ ($n=1, 2, \dots, N$), where c_n is defined by (2), and $a_{N+1} = a_{N+1} = \dots = 0$, then the two sides of (4) reduce to

$$S_N = \sum_{n=1}^N \frac{\beta_{n+1}}{\sigma_{n+1}} \text{ and } S'_N = e^{\frac{1}{k+1}} \sum_{n=1}^N \left(\frac{\sigma_{n+1} \beta_n}{\sigma_n \beta_{n+1}} \right)^{\frac{\sigma_n}{\beta_n}} \frac{\beta_n}{\sigma_n}.$$

On account of $\sigma_n \rightarrow \infty$ the series $\beta_1 + \beta_2 + \dots$ diverges, and so does $\frac{\beta_1}{\sigma_1} + \frac{\beta_2}{\sigma_2} + \dots$; by (5) we obtain

$$\left(\frac{\sigma_{n+1} \beta_n}{\sigma_n \beta_{n+1}} \right)^{\frac{\sigma_n}{\beta_n}} = \left\{ 1 + \left(\frac{\sigma_{n+1}}{\beta_{n+1}} - \frac{\sigma_n}{\beta_n} \right) \frac{\beta_n}{\sigma_n} \right\}^{\frac{\sigma_n}{\beta_n}} \rightarrow e^{\frac{1}{k+1}}$$

and therefore

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{S'_N}{S_N} = 1.$$

Hence it follows that the constant $e^{\frac{1}{k+1}}$ is the best possible.

Remark. The special case $\beta_n=1$, $k=0$ affords CARLEMAN's inequality.¹⁾ The argument above is only a generalisation of PÓLYA's proof of CARLEMAN's inequality.

Inequality (4) holds, when $\beta_n = \frac{\Gamma(n+k)}{\Gamma(n)}$ or $\beta_n = \binom{n+k-1}{n-1}$ where $k > -1$, for then

$$\frac{\sigma_n}{\beta_n} = \frac{n+k}{k+1} \text{ and } \frac{\sigma_{n+1}}{\beta_{n+1}} - \frac{\sigma_n}{\beta_n} = \frac{1}{k+1}.$$

Lemma. Suppose that $k > -1$ and write

$$\gamma_n = \frac{k\beta_{n+1}}{\beta_{n+1} - \beta_n} - n \quad (n = 1, 2, \dots).$$

1. If $\beta_{n+1} < \beta_n$, $\gamma_{n+1} \equiv \gamma_n$ ($n = 1, 2, \dots$) and inequality (3) holds for $n=1$, then it is true for any positive integer n .

2. If $\beta_{n+1} > \beta_n$, $\gamma_{n+1} \equiv \gamma_n$ and inequality (3) holds for $n=1$, then it is valid for any positive integer n .

From $\gamma_{n+1} \equiv \gamma_n$ I deduce

$$\left. \begin{aligned} (k+1)\beta_{n+1} &\equiv \frac{k\beta_{n+1}\beta_{n+2}}{\beta_{n+2} - \beta_{n+1}} - \frac{k\beta_{n+1}\beta_{n+1}}{\beta_{n+1} - \beta_n} + k\beta_{n+1} \\ &= \frac{k\beta_{n+1}\beta_{n+2}}{\beta_{n+2} - \beta_{n+1}} - \frac{k\beta_n\beta_{n+1}}{\beta_{n+1} - \beta_n} \end{aligned} \right\} \dots \dots (6) \quad (n=1, 2, \dots)$$

¹⁾ T. CARLEMAN, Sur les fonctions quasi-analytiques, Conférences faites au cinquième congrès des mathématiciens scandinaves (Helsingfors, 1923), 181—196.

G. PÓLYA, Proof of an inequality, Proc. L. M. S. (2), **24** (1926), Records of Proc. LVII.

G. VALIRON, Lectures on the general theory of integral functions (Toulouse, 1923), 186.

TH. KALUZA and G. SZEGÖ, Ueber Reihen mit lauter positiven Gliedern, Journ. L. M. S. 2 (1927), 266—272.

K. KNOPP, Ueber Reihen mit positiven Gliedern, Journ. L. M. S. (3) (1928), 205—211.

A. OSTROWSKI, Ueber quasi-analytische Funktionen und Bestimmtheit asymptotischer Entwicklungen, Acta Math. **53** (1929), 181—266.

G. H. HARDY, J. E. LITTLEWOOD and G. PÓLYA, Inequalities (Cambridge University Press, 1934), 249.

If $\beta_{n+1} < \beta_n$ and inequality (3) holds for $n=1$, then $\beta_2 \equiv (k+1)\beta_1$, hence

$$(k+1)\beta_1 \equiv \frac{k\beta_1\beta_2}{\beta_2 - \beta_1} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (7)$$

By addition of (6) and (7) I obtain

$$(k+1)\sigma_n \equiv \frac{k\beta_n\beta_{n+1}}{\beta_{n+1} - \beta_n},$$

hence

$$\frac{\sigma_{n+1}}{\beta_{n+1}} - \frac{\sigma_n}{\beta_n} = 1 + \sigma_n \left(\frac{1}{\beta_{n+1}} - \frac{1}{\beta_n} \right) \equiv 1 - \frac{k}{k+1} = \frac{1}{k+1}.$$

If $\beta_{n+1} > \beta_n$, $\gamma_{n+1} \equiv \gamma_n$ and (3) holds for $n=1$, then I find similarly

$$(k+1)\sigma_n \equiv \frac{k\beta_n\beta_{n+1}}{\beta_{n+1} - \beta_n},$$

consequently

$$\frac{\sigma_{n+1}}{\beta_{n+1}} - \frac{\sigma_n}{\beta_n} = 1 - \sigma_n \left(\frac{1}{\beta_n} - \frac{1}{\beta_{n+1}} \right) \equiv 1 - \frac{k}{k+1} = \frac{1}{k+1}.$$

Theorem 3: If $k \equiv 1$ or $-1 < k \equiv 0$, and furthermore $\beta_n = n^k$, then (4) is valid and $\frac{1}{e^{k+1}}$ is the best possible constant.

The special cases $k=0$ and $k=1$ follow immediately from theorem 2.

For $n=1$ inequality (3) reduces to the valid relation $\frac{1}{2^k} \equiv \frac{1}{k+1}$.

According to the lemma it is therefore sufficient to verify that

$$\psi(v) = \frac{k(v + \frac{1}{2})^k}{(v + \frac{1}{2})^k - (v - \frac{1}{2})^k} - v \quad (v > \frac{1}{2})$$

is monotonic increasing if $-1 < k < 0$ and decreasing if $k > 1$. We have

$$\psi'(v) = \frac{k^2(v + \frac{1}{2})^{k-1}(v - \frac{1}{2})^{k-1}}{\{(v + \frac{1}{2})^k - (v - \frac{1}{2})^k\}^2} - 1.$$

If $x \equiv 0$ and $0 \equiv p \equiv 1$ or $p > 1$, the inequality

$$e^{px} - e^{-px} \equiv \text{or} \equiv p(e^x - e^{-x})$$

affords

$$\left(\frac{v + \frac{1}{2}}{v - \frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}p} - \left(\frac{v + \frac{1}{2}}{v - \frac{1}{2}} \right)^{-\frac{1}{2}p} \equiv \text{or} \equiv \frac{p}{\sqrt{v^2 - \frac{1}{4}}}.$$

Therefore if $p = k > 1$

$$(v + \frac{1}{2})^k - (v - \frac{1}{2})^k \geq k(v^2 - \frac{1}{4})^{\frac{1}{2}(k-1)},$$

hence $\psi'(v) \geq 0$. If $0 < p = -k < 1$, we obtain

$$(v + \frac{1}{2})^{-k} - (v - \frac{1}{2})^{-k} \leq -k(v^2 - \frac{1}{4})^{\frac{-k-1}{2}}.$$

Multiplication by $(v + \frac{1}{2})^k (v - \frac{1}{2})^k$ affords

$$(v - \frac{1}{2})^k - (v + \frac{1}{2})^k \leq -k(v^2 - \frac{1}{4})^{\frac{k-1}{2}},$$

accordingly $\psi'(v) \geq 0$. This completes the proof of the theorem.

The case $k > 1$ may be treated also in the following way. If $f(u) = u^k$, then

$$\frac{f''(u)}{f'(u)} = \frac{k-1}{u} \quad (u > 0)$$

is monotonic decreasing; in the intervals $v > \frac{1}{2}$ and $0 \leq w \leq \frac{1}{2}$ we have

$$\log f'(v+w) + \log f'(v-w) - \log f'(v+\frac{1}{2}) - \log f'(v-\frac{1}{2})$$

$$= \int_w^{\frac{1}{2}} \left(\frac{f''(v-u)}{f'(v-u)} - \frac{f''(v+u)}{f'(v+u)} \right) du \geq 0,$$

hence

$$\frac{1}{2} (f'(v+w) + f'(v-w)) \geq \sqrt{f'(v+w)f'(v-w)} \geq \sqrt{f'(v+\frac{1}{2})f'(v-\frac{1}{2})}.$$

By integration we obtain

$$f(v+\frac{1}{2}) - f(v-\frac{1}{2}) \geq \sqrt{f'(v+\frac{1}{2})f'(v-\frac{1}{2})},$$

hence $\psi'(v) \geq 0$.

The case $k = -1$ leads us to the following two theorems.

Theorem 4. If p is arbitrary, and $\beta_n = \frac{1}{n}$, there are positive numbers a_1, a_2, \dots such that

$$\sum_{n=1}^{\infty} (a_1^{\beta_1} \dots a_n^{\beta_n})^{\frac{1}{\sigma_n}} > p \sum_{n=1}^{\infty} a_n. \quad (8)$$

If $a_n = \frac{q}{c_n}$ ($n=1, 2, \dots, N$), where c_n is defined by (2), and $a_{N+1} = a_{N+2} = \dots = 0$, the two sides of (8) are

$$S_N = \sum_{n=1}^N \frac{\beta_{n+1}}{\sigma_{n+1}} \quad \text{and} \quad S'_N = p \sum_{n=1}^N \left(\frac{\sigma_{n+1} \beta_n}{\sigma_n \beta_{n+1}} \right)^{-\frac{\sigma_n}{\beta_n}} \frac{\beta_n}{\sigma_n}.$$

We have

$$\frac{\sigma_n}{\beta_n} \log \left(\frac{\sigma_{n+1} \beta_n}{\sigma_n \beta_{n+1}} \right) = \frac{\sigma_n}{\beta_n} \log \left(1 + \frac{\beta_n}{\sigma_n} + \frac{\beta_n - \beta_{n+1}}{\beta_{n+1}} \right) \rightarrow \infty$$

by

$$\frac{\sigma_n}{\beta_n} \frac{\beta_n - \beta_{n+1}}{\beta_{n+1}} = \sigma_n n(n+1) \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1} \right) = \sigma_n \rightarrow \infty,$$

and consequently $\frac{S'_N}{S_N} \rightarrow 0$, if N tends to infinity.

Theorem 5: If $\beta_n = \frac{1}{n}$ and C is EULER's constant, then

$$\sum_{n=1}^{\infty} (a_1^{\beta_1} \dots a_n^{\beta_n})^{\frac{1}{\sigma_n}} < e^{1+C} \sum_{n=1}^{\infty} (n+1) a_n, \quad \dots \quad (9)$$

provided that the second series converges; the constant e^{1+C} is the best possible.

On account of

$$(\sigma_n - \log(n+1)) - (\sigma_{n-1} - \log n) = \int_n^{n+1} du \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{u} \right) > 0$$

$\sigma_n - \log(n+1)$ is increasing; $\sigma_n - \log(n+1) \rightarrow C$ implies therefore $\sigma_n - \log(n+1) < C$, hence

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_n}{\beta_n} \log \left(\frac{\sigma_{n+1} \beta_n}{\sigma_n \beta_{n+1}} \right) &= n \sigma_n \log \left(1 + \frac{\sigma_n + 1}{n \sigma_n} \right) \\ &< \sigma_n + 1 < 1 + C + \log(n+1), \end{aligned}$$

and (9) follows from (1).

If I take $a_n = \frac{q}{c_n}$ ($n=1, 2, \dots, N$), where c_n is defined by (2), and $a_{N+1} = a_{N+2} = \dots = 0$, then the two sides of (9) are

$$S_N = \sum_{n=1}^N \frac{\beta_{n+1}}{\sigma_{n+1}} \text{ and } S'_N = e^{1+C} \sum_{n=1}^N (n+1) \left(\frac{\sigma_{n+1} \beta_n}{\sigma_n \beta_{n+1}} \right)^{-\frac{\sigma_n}{\beta_n}} \frac{\beta_n}{\sigma_n}$$

and $\frac{S'_N}{S_N} \rightarrow 1$; consequently e^{1+C} is the best possible constant.

Chemistry. — *The Exact Measurement of the Specific Heats of Metals at High Temperatures. XXVI. The Specific Heats and the Electrical Resistance of Cerium.* By F. M. JAEGER, J. A. BOTTEMA and E. ROSENBOHM.

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

§ 1. In 1934 JAEGER and ROSENBOHM ¹⁾ in a paper from this laboratory already drew attention to the fact that between 310° and 550° C. *no* reproducible values for the mean specific heats of *cerium* could be obtained: the inner state of this metal evidently is a very complex one, depending as well on previous heatings, as on the time during which the heated samples are subsequently preserved at room-temperature. It was, moreover, found that each value of \bar{c}_p observed at a definite temperature *t*, *increased* after each renewed heating; but that subsequently it proved to *decrease* at the same temperature, *if the sample for some days had been preserved at 15° C.* As a probable explanation of these facts it was suggested, that at least one transition-point would be present between 360° and 370° C.; the corresponding transformation evidently takes place so very slowly, that, on cooling, only an *incomplete* change occurs backwards into the modification which is stable at lower temperatures. In this respect an observation of HULL ²⁾ may be of interest, who by means of X-ray-analysis stated the "simultaneous" presence at ordinary temperatures of a cubic and of a hexagonal structure.

The existence of at least two different modifications of *cerium* has since been confirmed by the study of several X-ray-spectrograms ³⁾. The usually occurring, hexagonal, closest-packed form has the parameters. $a_0 = 3,65$ A.U., $c_0 = 5,91$ A.U. and a density of 6,775; the other, cubic face-centred form has the cell-dimension: $a_0 = 5,143$ A.U. and a density of 6,792. From TROMBE's measurements of the changes of the magnetic susceptibility at low temperatures the existence of still another modification, stable below -174°C ., seems to be almost certain: the hysteresis-phenomena there observed evidently have the same character as in the case of the transition of *cobaltum* observed between 400°—500° C. ⁴⁾

Whilst the former measurements ¹⁾ were made with separate smaller

¹⁾ F. M. JAEGER and E. ROSENBOHM, Proc. Royal Acad. Amsterdam, **37**, 489 (1934).

²⁾ A. W. HULL, Phys. Rev., **18**, 88 (1921).

³⁾ L. F. AUDRIETH, Metallwirtsch., **14**, 3 (1935); J. C. MC LENNAN and R. W. MC KAY, Trans. R. Soc. Canada, S. III, **24**, 33 (1930); J. C. MC LENNAN and R. J. MONKMAN, ibidem, **23**, 255 (1929); L. L. QUILL, Zeits. anorg. Chem. **208**, 273 (1932); E. ZINTL and S. NEUMAYR, Zeits. Electrochem., **39**, 84 (1933); F. TROMBE, Compt. rend. Paris, **198**, 1592 (1934).

⁴⁾ Conf. M. C. NEUBURGER, Die Allotropie der chem. Elemente, Stuttgart, 20 (1936).

lumps of the metal, so that only a relatively small weight of it could be included within the crucible, — this time we had at our disposal a massive block of *cerium* (98 % Ce; 1 % Fe and traces of Si, C, Al and Mg). This lump, after having been turned-off on the lathe and having been brought into the exact shape of the platinum vacuum-crucible in which it had to be enclosed, finally weighed 22,2098 grammes, whilst the weight of the platinum itself was 28,0393 grammes. As well in the calorimetical measurements as in the study of the differential heat-capacity-curves after SALADIN-LE CHATELIER's method the existence was revealed of two transition-points at 362° C. and at about 503° C. respectively. Moreover, a suspicion arose that there might exist still another transition-point at a temperature above 530° C. Below its meltingpoint (635° C.), *cerium*, therefore, at least shows *three*, but more probably even *four* different crystalline forms.

§ 2. The quantities of heat Q delivered between 300° and 530° C. by 1 gramme of *cerium* were determined with the usual care. The data obtained are collected in the Table I; the reduction of Q to Q_0 was made by adopting the value: $\bar{c}_p = 0,0468$ between 20° C. and 0° C., obtained by extrapolation; the latter, however is somewhat hasardous in this case, because of the uncertainty as to the true shape of the curve, as a consequence of the unknown heat-effect of the transition occurring at 362° C.

The following explanatory remarks about these data still have to be made: as long as the temperature of heating remains below 500° C. (Exp. 1—10), the time necessary for attaining the maximum temperature of the calorimeter-block is only $5\frac{1}{2}$ to 6 minutes, but the values obtained between 320°—380° C. are *not* reproducible. They depend on the special way of preliminary heating of the samples. On heating, the mean specific heat of the substance at the same temperature t increases after each heating; but it again decreases, when the sample has for some days been preserved at room-temperature, *without* it being possible ever to reproduce the same maximum or minimum value of \bar{c}_p at a given temperature. The inner state of the metal evidently depends too strongly on the special rate of heating and cooling and on the duration of the preliminary heating at each constant temperature of t^0 .

If, however, the sample is kept at a temperature of 500° C. for some hours, the time required for attaining the maximum calorimeter-temperature proves suddenly to have augmented to 15 or 20 minutes; when the experiments are now repeated at the same temperatures below 500° as before (Exp. 11—16, 17—27), *the same* values of \bar{c}_p as formerly are actually obtained, notwithstanding the fact that the amount of heat now is only completely given-off after this much longer time of 15—20 minutes. Evidently the inner state of the metal has, by the heating at 500° C., undergone an appreciable change; so that now a conspicuous retardation

TABLE I.
Mean Specific Heats \bar{c}_p of Cerium between 300° and 530° C.

Sequence-number of the Experiment:	Temperature t° in °C.:	Final temperature t° of the Calorimeter:	Quantity of Heat Q developed by 1 Gr. between t° and t' in Calories:	Quantity of Heat Q_0 given off between t° and 0° by 1 Gr. of the metal in Calories:	Time necessary for reaching the maximum temperature of the Calorimeter (in Minutes):	Mean Specific Heats \bar{c}_p between t° and t' :
1	322.81	20.76	—	—	6	0.05109
2	351.17	20.88	—	—	5½	0.05116
3	361.03	20.95	—	—	5½	0.05171
4	372.42	21.35	—	—	5½	0.05160
5	384.84	21.30	19.06	20.06	5½	0.05243
6	396.95	21.25	19.71	20.70	6	0.05246
7	409.58	21.14	20.54	21.52	5½	0.05287
8	430.82	21.20	21.74	22.73	6	0.05307
9	451.39	21.24	22.94	23.94	5½	0.05333
10	471.63	21.29	24.18	25.18	5½	0.05370
11	502.10	21.37	26.77	27.77	14½	0.05586
12	470.70	21.00	24.10	25.08	17	0.05359
13	432.51	21.15	21.88	22.87	17	0.05318
14	490.15	21.28	25.24	26.24	15	0.05382
15	495.90	21.00	25.71	26.69	11	0.05414
16	498.94	22.00	26.37	27.40	8½	0.05528
17	338.30	20.96	—	—	17	0.05196
18	357.90	20.97	—	—	17½	0.05198
19	400.94	21.06	20.00	20.99	17½	0.05264
20	381.56	20.98	—	—	17½	0.05199
21	392.84	21.05	—	—	18	0.05264
22	376.20	21.40	—	—	17	0.05155
23	370.88	21.23	—	—	17½	0.05169
24	364.90	21.15	—	—	17	0.05197
25	379.10	20.60	—	—	18	0.05208
26	378.84	20.84	—	—	17½	0.05227
27	374.00	20.92	—	—	18	0.05265
28	517.40	21.23	27.90	28.89	4½	0.05623
29	457.47	22.08	—	—	15	0.05375
30	430.00	21.60	—	—	18	0.05351
31	480.55	21.87	—	—	18	0.05467
32	471.18	21.87	—	—	17½	0.05380
33	484.80	22.10	—	—	8	0.05416
34	530.90	21.90	30.98	32.01	3½	0.06086
35	510.25	21.94	28.00	29.03	6	0.05733
36	520.04	21.54	29.49	30.50	3½	0.05915
37	500.35	21.45	26.81	27.81	4	0.05598
38	490.37	21.52	25.66	26.67	7	0.05474
39	480.42	21.42	24.84	25.84	15	0.05412
40	464.80	22.30	23.78	24.82	15	0.05373
41	492.87	22.02	25.86	26.89	4½	0.05492
42	505.00	21.70	27.50	28.52	5½	0.05690

in the heat-development has resulted. The latter also takes place within the interval of 320° — 380° C. mentioned above; but the values of \bar{c}_p still remain just as irreproducible within this interval, as they were before (Exp. 17, 18, 20, 22—27). If the metal subsequently be heated above 515° C. (Exp. 28), the time required for the complete delivery of the heat once more proves to get reduced to the original 4—5 minutes; but at temperatures of heating inferior to 500° C., the retardation previously mentioned still appears to be present (Exp. 29—33). On subsequent heating at 530° C. (Exp. 34) the metal still continues to give-off its heat within 5 minutes — just as after a heating at 515° C.; but now \bar{c}_p proves to have got much higher values than after the heating at 515° C. and the \bar{c}_p - t -curve has assumed a quite different shape. This new \bar{c}_p - t -curve (Exp. 34, 36, 42, 37, 41, 39 and 40) seems to meet the curve of Exp. 5—9, so that it almost appears as its natural continuation. The transition-point at about 500° C., moreover, proves to be somewhat shifted towards lower temperatures, whilst the apparent discontinuity at 520° — 530° C. now proves to have completely disappeared. This shift in the transition-temperature at 500° C. towards a lower temperature was also observed in the study of the differential heat-capacity-curves (§ 3).

Figure 1 gives a graphical representation of the facts observed.

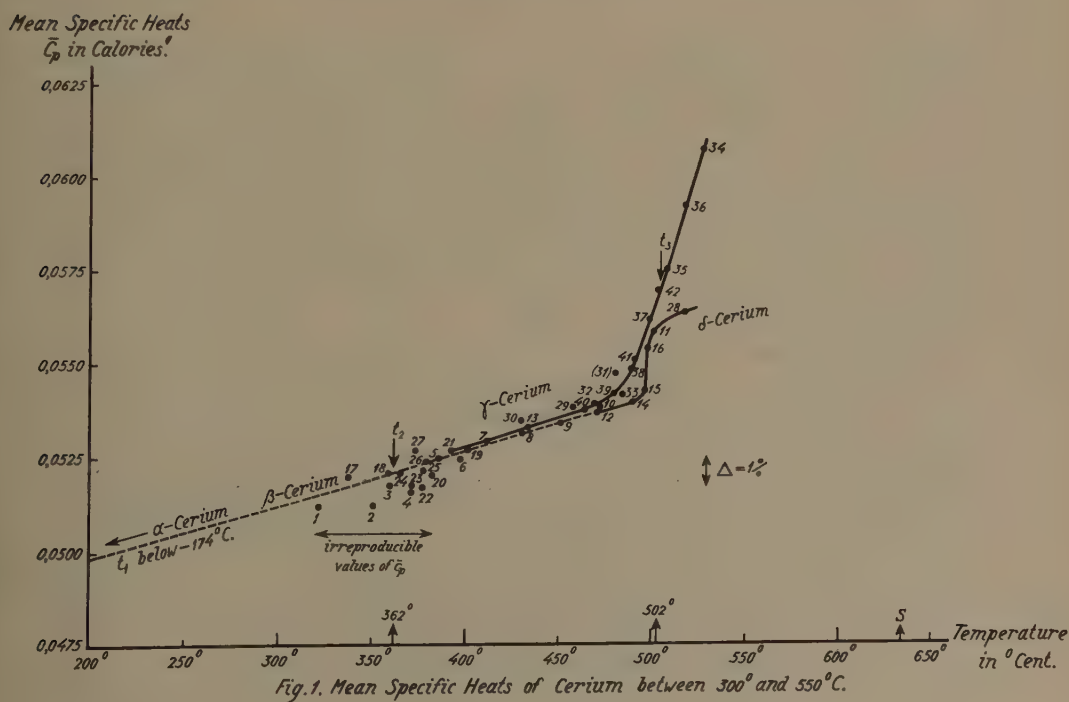


Fig. 1. Mean Specific Heats of Cerium between 300° and 550° C.

§ 3. The differential heat-capacity-curves of cerium, when compared with copper, were determined in a high vacuum, as well on heating as on

cooling after SALADIN—LE CHATELIER's method. The *copper* used had the shape of a sphere of suitable dimension, whilst the mass of *cerium* was brought into the form of a round-edged cube with a volume of about 1 cm³.

In Figure 2 curve 1a represents a heating-curve, 1b a curve obtained on subsequent cooling. Evidently two apparently sharp transformation-points at 362° and 502° C. respectively are observed, of which the latter

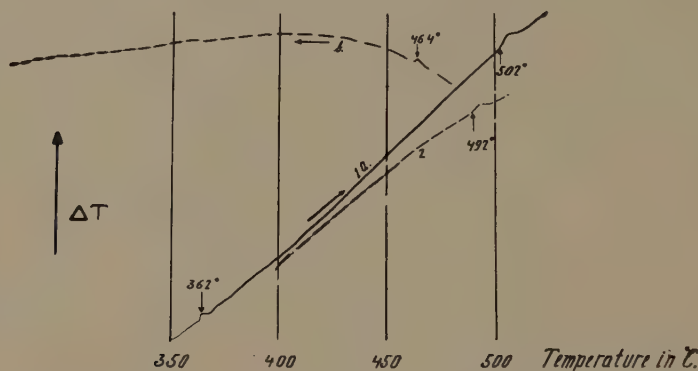


Fig. 2. Differential Heat-capacity-curves of Cerium with respect to Copper on Heating and Cooling.

appears on the cooling-curve to have been shifted towards a lower temperature, as commonly is observed in the case of allotropic metals. In this case it proved impossible to diminish this shift even by very slow cooling; when the sample once has been heated above 502° C., the latter point is shifted to about 492° C., whilst the first transition-point at 362° C. evidently remains reproducible within 1° C. The irreproducibility of the \bar{c}_p -values after heating at temperatures above 502° C. certainly must in some way be connected with the tardiness of the transformation: δ -cerium \rightarrow γ -cerium on cooling¹).

§ 4. *The Change of the Electrical Resistance of Cerium in connection with the Temperature.* A much clearer insight into the causes of the phenomena described was obtained by the study of the changes of the electrical resistance of *cerium* with increasing and decreasing temperatures in a high vacuum, executed in the way previously indicated²). A thin flat plate was prepared from the bulky mass of the metal and from this plate a U-shaped piece was formed with a total length of 50 m.M. and a cross-section of 1 m.M²). The terminals were somewhat broadened and provided with a hole, through which the copperwires of the vacuum

¹) The modification of *cerium* occurring below -174° C. here is considered as α -*cerium*. Then the β -form is the hexagonal, the γ -form the cubic one. About the σ -form stable at still higher temperatures, no further information can at present be given.

²) E. ROSENBOHM and F. M. JAEGER, Proc. Royal Acad. Amsterdam, **39**, 374 (1936).

tube were drawn and then thoroughly fixed by clinching. The photographic records of the changes of the electrical resistance of cerium at different temperatures thus observed (Fig. 3) proved to allow a much better interpretation of the changes gradually occurring in the metal after repeated heatings than the phenomena met with in the calorimetical measurements just described.

If the metal is heated at temperatures which do not exceed 470° — 500° C.,

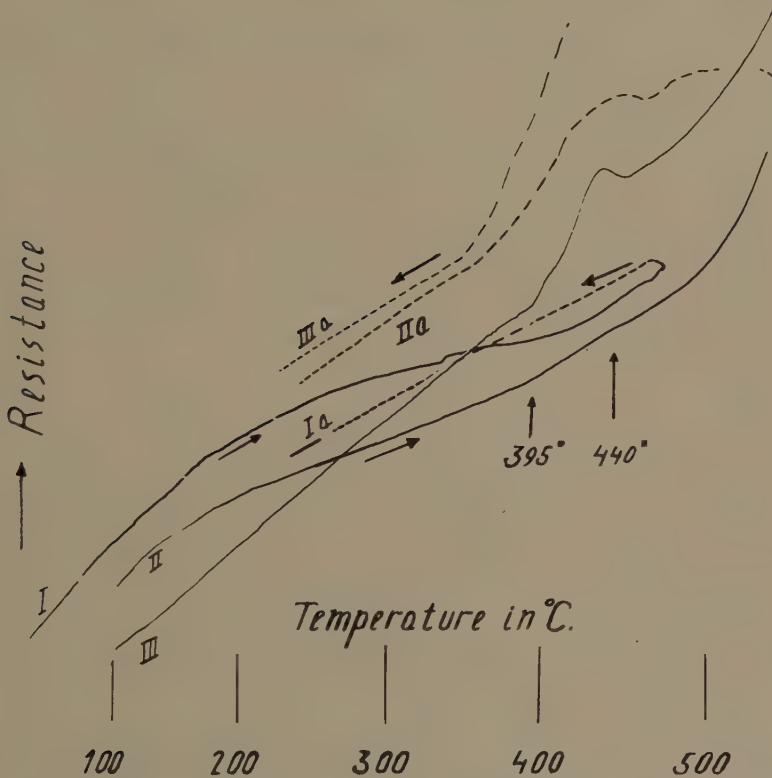


Fig. 3. The Gradual Change of the R - t -Curves of Cerium in successive Heatings and Coolings of the Metal.

the data obtained are not completely reproducible, but occasionally may differ about 5 %; notwithstanding this, however, as well the characteristic, elongated S-form of the R - t -curves on heating, as the almost rectilinear shape of the cooling-curves (I and Ia in Fig. 3) appear fairly well to be reproduced in all experiments. The transition-points at 395° and about 440° C. now are either extremely feebly, or occasionally, more distinctly observable. However, once the temperature has been increased above 500° — 540° C., a steep rise of the curve starting at about 500° C., is observed already after the first heating (curve II), whilst the cooling-curve has assumed a quite other form as before: its shape now presents a zig-zag course, with a very steep intermediate branch between 400° and

450° C. If the heatings¹⁾ at 540° C. are several times repeated, the curve *III* begins to manifest an evident subdivision into three rectilinear parts, characterised by very different temperature-gradients of the electrical resistance. At each subsequent heating the middle part of the curve gets a gradually steeper slope: after eight heatings, however, a *final* state of the metal proves to have been attained, so that in all further experiments a perfectly reproducible *R-t*-curve results, which then is no longer modified.

The corrected values of *R* thus obtained at each temperature are collected in the following table and graphically reproduced in Fig. 4.

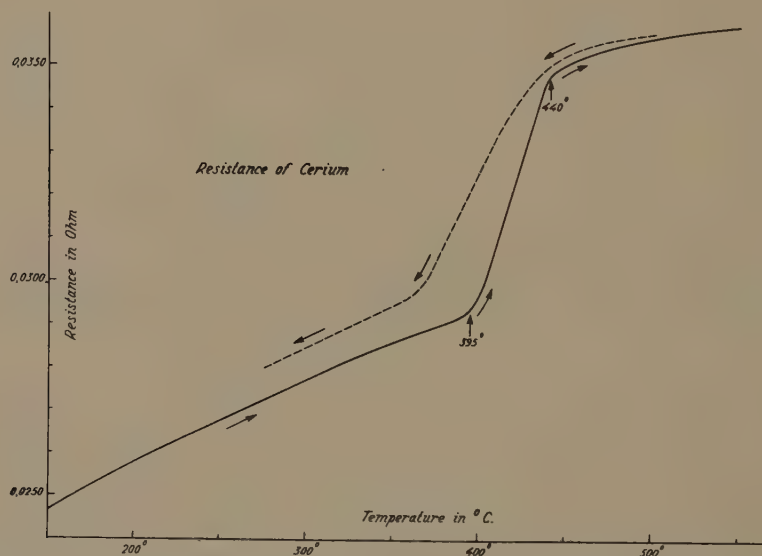


Fig. 4. The final Shape of the *R-t*-Curve of Cerium after often repeated Heatings and Coolings.

The most probable explanation of these facts may be this, that the metal originally has a "mosaic structure" consisting of separate fields of the three β -, γ - and δ -modifications simultaneously present beside each other, each of these modifications having its own field of stability, ranging from lower temperatures up to 393° C. (β -form), from 393° to 440° C. (γ -form) and from 440° upwards (δ -form) respectively. This supposition is corroborated by the *physical inhomogeneity* of the metal, as betrayed by the manifestation of strong thermoelectrical forces during the measurements of the electrical resistance exactly within the temperature-interval between 350° and 440° C. To the latter fact we afterwards will return in detail, in connection with some recent experiences in the case of *neodymium*.

¹⁾ The heatings at 540° C., and the subsequent coolings down to about 150° C. took, in each experiment, about four hours. The curves *I-III* in Fig. 3 are direct photographic records, without any corrections having been applied.

TABLE II.
The (corrected) Dependency of the Electrical Resistance
of Cerium on the Temperature.

Temperature t in $^{\circ}\text{C}.$:	Resistance R in Ohm on Heating:	Resistance R in Ohm on Cooling:	Temperature t in $^{\circ}\text{C}.$:	Resistance R in Ohm on Heating:	Resistance R in Ohm on Cooling:
150°	0.0247	—	387°	0.0291	—
200	0.0258	—	393	0.0293	—
250	0.0268	—	397	0.0295	—
275	0.0272	0.0280	400	0.0297	0.0325
300	0.0277	0.0284	425	0.0329	0.0343
325	0.0282	0.0290	450	0.0350	0.0354
350	0.0286	0.0294	475	0.0354	0.0356
375	0.0289	0.0304	500	0.0356	0.0357
			550	0.0359	—

During the heatings at lower temperatures evidently strong passive resistances occur, which prevent the true establishment of real internal equilibria; they are the cause of the typical irreproducibility of the data, as well in the calorimetrical as in the electrical measurements and of the accompanying hysteresis-phenomena. If, however, the heatings are many times repeated at temperatures above $500^{\circ}\text{C}.$, these retardative causes prove gradually to get eliminated: so that two sharply defined transition-points at $393^{\circ}\text{C}.$ and at $440^{\circ}\text{C}.$ now finally appear, at each of which the temperature-coefficient of the electrical resistance assumes other and considerably different values. Doubtlessly, therefore, *cerium* has a very complex structure, consisting, between the ordinary temperature and the melting-point, of at least three different modifications; although simultaneously co-existent, each of them is truly stable only within a very limited interval of temperatures and is characterised by strongly deviating values of the temperature-coefficient of its electrical resistance. Only after numerous and often repeated heatings, the relative shift in the quantities of these modifications present finally leads to a state of invariable inner condition (Fig. 4).

§ 5. The results obtained with *cerium* by means of the calorimetrical method used by us, clearly demonstrate that it is *not* feasible in this case to use the values of \bar{c}_p observed in the successive intervals of temperature for deducing from them those of the true specific heats in the usual way. For the experimental method applied is, in reality, a method of *quenching*, because the samples studied are always so rapidly cooled, that in cases

as this, — in which *very slow* transformations evidently occur, — serious doubt must arise as to whether the sample after each of the successive experiments really returns to final states which really are directly comparable. On the contrary, — as we shall see in the case of *lanthanum*, — direct proof was given that this is *not* the case. Therefore, in such cases of slowly transforming metals like these rare earth-metals, the SALADIN-LE CHATELIER-method gives a more reliable insight into the way in which the specific heat of those metals depends on the temperature, than does the calorimetrical-method, because in the first case the sample is allowed really to assume the true temperature t at which each measurement is made. It, therefore, must be clear that in such cases as these, a deduction of c_p from the function $Q=f(t)$ by differentiation only can have any significance for some *very narrow* and *carefully selected* intervals of the temperature, after it has been ascertained, that within those intervals *no* appreciable retardation-phenomena nor allotropic changes do manifest themselves.

In the case of *cerium* such an interval is perhaps present between 380° and 480° C. Here the true specific heat c_p can, with a fair degree of accuracy, be represented by:

$$c_p = 0.0523 + 0.31 \cdot 10^{-6} \cdot (t - 380),$$

the atomic heat C_p , therefore, by:

$$C_p = 7.3377 + 0.43493 \cdot 10^{-2} \cdot (t - 380).$$

Thus, for 380° C., C_p becomes: 7.338; for 480° C.: 7.773.

Evidently *cerium* equally seems to belong to those metals, the atomic heats of which, even at moderate temperatures, considerably exceed the value of $3R$ calories. For the rest, not the same degree of certainty can be attributed on the one hand to the results of the calorimetrical experiments in this case, as to those of the electrical ones on the other hand, because the former were executed *before* the final and no longer variable inner state of the metal had completely been attained, as was the case in the latter heatings above 500° C. continued during several subsequent weeks.

*Groningen, Laboratory for Inorganic and
Physical Chemistry of the University.*

Chemistry. — *The Exact Measurement of the Specific Heats of Metals at High Temperatures. XXVII. The Specific Heats and the Electrical Resistance of Lanthanum.* By F. M. JAEGER, J. A. BOTTEMA and E. ROSENBOHM.

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

§ 1. Two modifications of *lanthanum*, corresponding to those of *cerium* are known with certainty¹⁾: a hexagonal form with: $a_0 = 3,754$ A.U., $c_0 = 6.063$ A.U. and with a density of 6,188; moreover a cubic, face-centred modification with the parameter: $a_0 = 5,296$ A.U. and a density of 6,165. According to TROMBE²⁾, the magnetic measurements seem to indicate the existence of still another modification, stable below -163° C. The indication of the α -, β -, γ -modifications adopted here is quite analogous to that used in the case of *cerium*.

By means of SALADIN-LE CHATELIER's method for the determination of heat-capacity-curves, — which, as has been said, gives a rather good insight into the true dependence of the specific heat on the temperature, — sharp and reproducible discontinuities were observed at 548° C., 665° C. and 709° C. These points prove to be independent of the preliminary heatings and they constantly also appear on the cooling-curves, but in the latter case shifted towards lower temperatures over about 20° C. For the rest, they appear to be independent of the rate of cooling (Fig. 1).

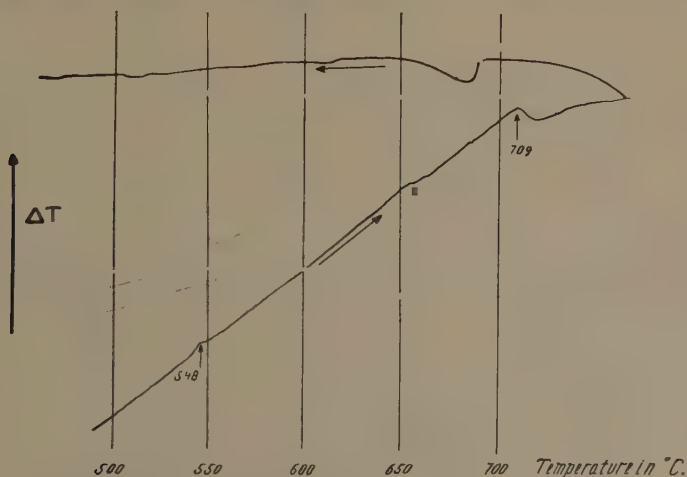


Fig. 1. Differential Heat-Capacity Curves of Lanthanum with respect to Copper.

¹⁾ A. ROSSI, Rend. R. Acad. Lincei, **15**, 298 (1932); L. L. QUILL, Zeits. f. anorg. Chem., **208**, 274 (1932).

²⁾ F. TROMBE, Compt. rend. Paris, **198**, 1592 (1934).

It must be remarked that, for instance after passing the transitionpoint at 548° C. , the rate of increase of \bar{c}_p with the temperature evidently remains practically *the same* as before — just as we previously stated this fact in the case of Au, Sb_2 ¹⁾ at 355° C. and as also was observed in the case of *cobaltum* ²⁾ at 400° C. and in other cases.

§ 2. The supplementary measurements of the change of the electrical resistance of *lanthanum* with the temperature yielded the following results (Table I and Fig. 2):

TABLE I. The Electrical Resistance of Lanthanum between 250° and 750° C.					
Temperature t :	Resistance (in Ohms) on heating:	Resistance (in Ohms) on cooling:	Temperature t :	Resistance (in Ohms) on heating:	Resistance (in Ohms) on cooling:
250° C.	0.01635	—	550°	0.01916	0.01822
300	0.01692	—	560	0.01923 _{Max.}	0.01820
350	0.01753	0.01612	566	0.01913 _{Min.}	0.01819
400	0.01788	0.01661	600	0.01923	0.01801
420	—	0.01681	650	0.02080	0.02049
421	0.01795 _{Max.}	—	675	0.02156	0.02129
436	0.01773 _{Min.}	—	700	0.02186	0.02159
450	0.01794	0.01744	725	0.02203	0.02184
500	0.01859	0.01806	750	0.02227	—
525	0.01885	0.01822			

At 20° C. the resistance of the wire was 0.01360 Ohms. From these data and the figure 2 it becomes clear, that in general, the same discontinuities as in § 1 are manifested, but that, moreover, there also is a discontinuity observed in the vicinity of 420° C. , manifesting itself as a conspicuous maximum.

On the other hand the effect at 660° C. seems to be connected with the transition at 709° — 715° C. ; the traject of 660° — 715° C. evidently has the character of a transition-traject.

The form of the curve of Fig. 2 at the transition-points reminds of that

¹⁾ E. ROSENBOHM and F. M. JAEGER, Proc. Royal Acad. Amsterdam, **39**, 373 (1936).

²⁾ U. DEHLINGER, *Gitteraufbau metallischer Systeme* in G. MASING's *Handbuch der Metallphysik*, p. 134 (1933).

observed in the case of *titanium*¹⁾ and of *zirconium*²⁾; but in contrast to the phenomena observed in the case of *titanium*, this time the curve is really reproducible.

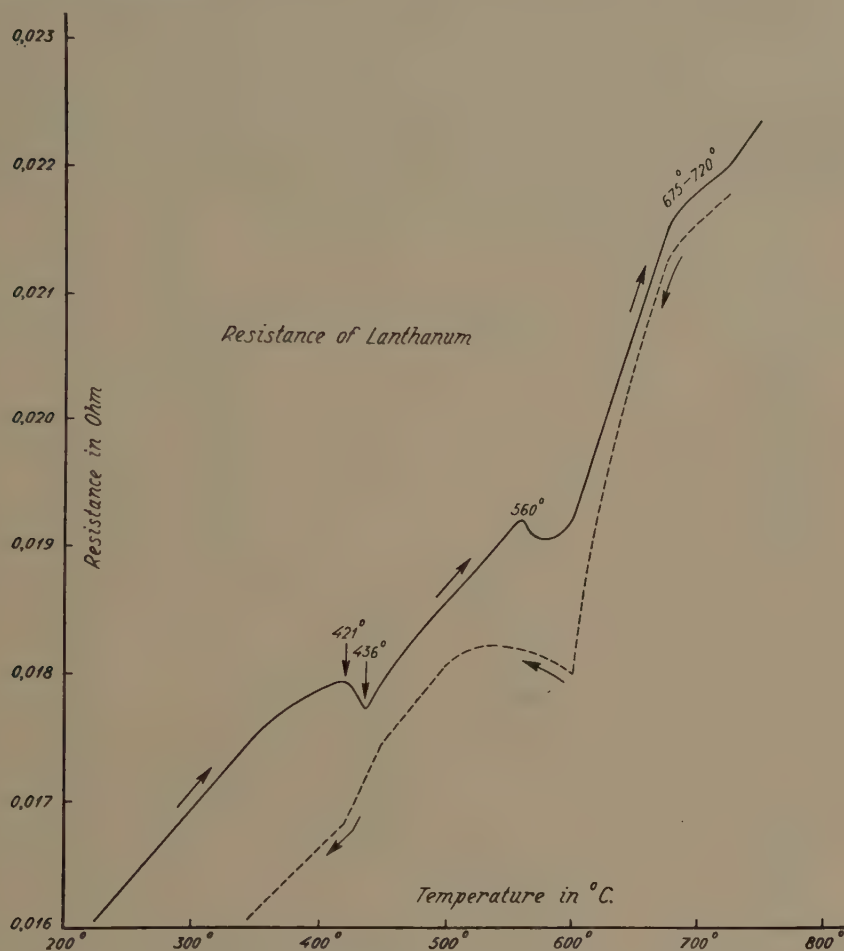


Fig. 2. The Electrical Resistance of Lanthanum in its Dependence on the Temperature.

Finally it is worth while to remark here that a preliminary heating at 700° C. causes the shape of the resistance-temperature-curve to be thoroughly altered; this fact proves, that above 709°—715° C. a complete change of the inner structure sets in.

§ 3. For the measurements of the mean specific heats of *lanthanum* a massive lump (98 % La; 1 % Fe; traces of C, Si, Al and Mg) was used weighing 18,7912 grammes; it was enclosed within a platinum vacuum crucible of 27,5209 grammes. At the temperatures higher than

¹⁾ E. ROSENBOHM and F. M. JAEGER, Proc. Royal Acad. Amsterdam, **39**, 467 (1936).

²⁾ J. H. DE BOER and J. D. FAST, Recueil d. Trav. d. Chim. d. Pays-Bas, **55**, 459 (1936).

650° C. the metal had to be separated from the walls of the crucible by means of a thin mica-sheet, so as to prevent any reaction between the two metals at temperatures above 700° C. The weight of the mica was so small, that it safely could be taken into account as platinum. The data obtained between 350° and 725° C. are collected in Table II; for the reduction of Q to Q_0 , the value of \bar{c}_p between 20° and 0° C.: 0,04725 obtained by extrapolation was used. With respect to this extrapolation, however, the same remark as in the case of *cerium* must here be made.

These data are graphically represented in Figure 3.

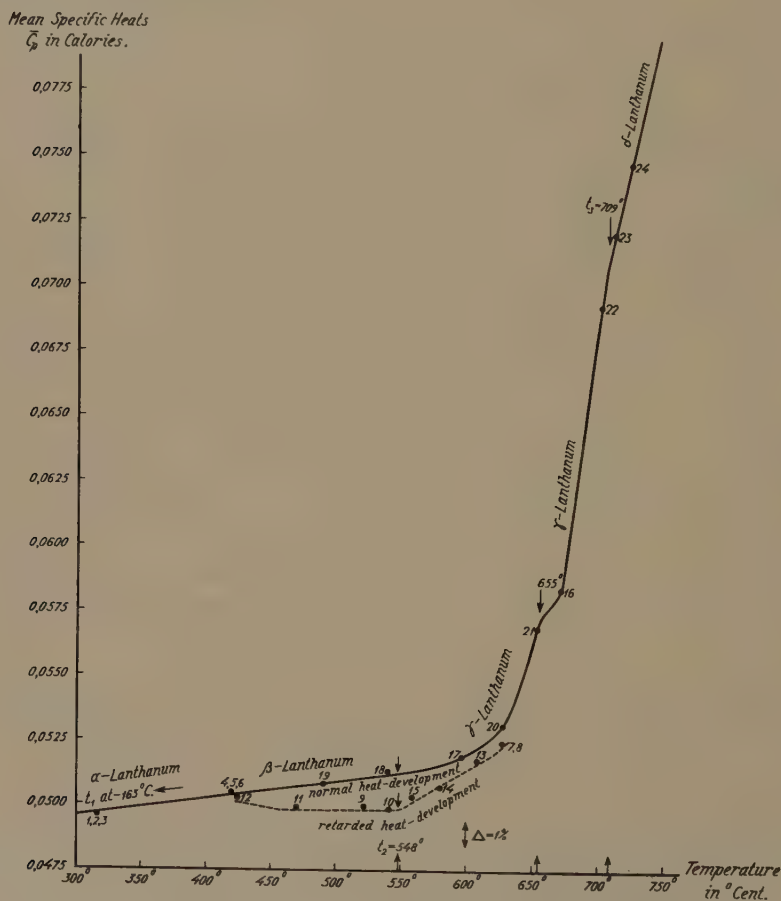


Fig. 3. Mean Specific Heats of Lanthanum between 300° and 750° C.

In connection with these measurements attention must be drawn to the following facts:

In the experiments 1—6 the heat-development proved to be quite normal (5—6 minutes). After heating the sample at 628° C. (Exp. 7 and 8), however, it proved to have got retarded. On subsequent repeating of the measurements at temperatures inferior to 628° C., this retardation (17—20 minutes) still proved to be present, whilst the curve obtained (Exp.

TABLE II.
Mean Specific Heats of Lanthanum between 300° and 725° C.

Sequence number of Experiment:	Temperature t in °C.:	Final Temperature t' of the Calorimeter:	Quantity of Heat Q developed by 1 Gr. between t° and t'° in Calories:	Quantity of Heat Q_0 developed between t° and 0° C. in Calories:	Time necessary for reaching the maximum temperature of the Calorimeter (in Minutes):	Mean Specific Heats \bar{c}_p between t° and t'° C.:
1	320.60	21.14	mean: 14.858	15.849	2	0.04944
2	320.08	20.98			2	0.04968
3	320.66	20.86			2	0.04981
4	417.06	20.96	mean: 20.112	21.127	5	0.05036
5	419.88	21.47			5	0.05065
6	421.88	21.26			5	0.05043
7	627.60	21.43	mean: 31.859	32.876	18	0.05255
8	629.44	21.53			18	0.05227
9	521.15	21.48	24.965	25.980	17	0.04996
10	540.90	21.55	25.900	26.914	19	0.04987
11	470.10	21.00	22.390	23.390	20	0.04985
12	424.59	20.74	20.207	21.187	20	0.05003
13	608.90	21.20	30.449	31.450	20	0.05181
14	580.54	21.07	28.396	29.391	20	0.05076
15	559.80	21.27	27.087	28.092	19	0.05030
16	671.73	21.59	37.864	38.884	3	0.05824
17	595.70	21.60	29.807	30.827	3	0.05192
18	541.00	21.33	26.646	27.654	3	0.05127
19	490.00	21.32	23.799	24.806	4	0.05090
20	628.50	21.50	32.632	33.648	4	0.05376
21	655.00	21.50	36.012	37.028	4	0.05685
22	700.86	21.71	46.880	47.910	— *)	0.06903
23	711.65	21.99	49.540	50.580	— *)	0.07183
24	723.68	22.16	52.360	53.410	— *)	0.07464

*) In the experiments No. 22, 23 and 24 this time was 18, 16 and 10 minutes respectively; these numbers are, however, *not comparable* with the other ones in this column, because in the three latter a mica-sheet had been inserted between the preparation and the wall of the crucible.

9—15) did not coincide with the original one. After heating at 672°C . (Exp. 16), the retardation once more diminished to 3—4 minutes. In the new curve (Exp. 7—15) a discontinuity occurs at 548°C .; on repeating the measurements at lower temperatures (Exp. 17—21), the branch (7—15) could, moreover, *not* be reproduced and the value 12 of this branch shows, that the curve gradually approaches to the other one, — thus perhaps corresponding to the same maximum at 420°C . in it as was observed in the experiments on the electrical resistance. It, therefore, makes the impression, that the values of the curve (7—15), together with their typical retardation in the heat-development, more closely approach to those observed in the experiments by means of the twin-galvanometer-method than to those obtained on rapid cooling. Probably the curve (12—7—15) in a natural way (passing the point 16) joins the curve (22—23—24); so that the whole part of the other curve between 420° and 665°C . seems to be produced by the fact that, because of the “quenching” of the samples, the slow transformations going-on in the metal have no time to proceed to completion. After each of the successive experiments, the final state of the metal at each temperature thus will differ from that which was reached in a previous or is attained in a subsequent experiment. Just as in the case of *cerium* it is, therefore, not feasible, to deduce the true specific heats of *lanthanum* between 420° and 665°C . in the usual way from the values of Q obtained; only the *mean* specific heats can be roughly estimated from the shape of the curves below 665°C ., — without even in that case there being a perfect certainty about the true values.

If, for instance, we endeavour to deduce c_p and C_p only in the restricted interval of temperatures between 300° and 541°C ., the following results are obtained:

From the values of Q at 320° , 419° and 541°C ., the following dependency of Q on the temperature is deduced:

$Q = 0,04829 \cdot (t-300) + 0,3538 \cdot 10^{-4} \cdot (t-300)^2 - 0,6106 \cdot 10^{-7} \cdot (t-300)^3$,
from which follows:

$$C_p = 6,713 + 0,9835 \cdot 10^{-2} \cdot (t-300) - 0,251 \cdot 10^{-4} \cdot (t-300)^2.$$

This leads to a flat maximum of C_p of 7,676 at 497°C ..

t :	C_p :	t :	C_p :
300°	6,713	500°	7,676
400°	7,445	550°	7,604
497°	7,676		

If, however, the value of Q at 490°C . is used in the calculation in stead of the value at 541°C ., then Q proves to get expressed by:

$Q = 0,05056 \cdot (t-300) + 0,33625 \cdot 10^{-4} \cdot (t-300)^2 - 0,11904 \cdot 10^{-6} \cdot (t-300)^3$,
and, therefore, C_p by:

$$C_p = 7,028 + 0,9348 \cdot 10^{-2} \cdot (t-300) - 0,4964 \cdot 10^{-4} \cdot (t-300)^2.$$

Now the maximum in the curve appears to have been shifted to 394° C.

t :	C_p :	t :	C_p :
300°	7,028	400°	7,466
394°	7,468	500°	6,922

In both cases, therefore, a flat maximum in the C_p - t -curve at some temperature between 394° and 497° C. is observed, as was also stated in the resistance-temperature-curve at about 420° C.; but its location remains uncertain and evidently depends on the specially chosen values of Q used in the calculation. Neither in the heat-capacity-curves, nor in the \bar{c}_p - t -curve, such a maximum is, however, manifested, save perhaps in the lower branch of the latter (Exp. 12).

If, on the contrary, either the values of Q_0 from Table II between 300° and 548° C. (I) or those between 470° and 628° C. (II) are used, we get:

$$\text{I. } Q_0 = 0,049757 \cdot t - 0,53806 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 + 0,14595 \cdot 10^{-7} \cdot t^3.$$

$$C_p = 6,916 - 0,14958 \cdot 10^{-2} \cdot t + 0,60861 \cdot 10^{-5} \cdot t^2.$$

$$\text{II. } Q_0 = 0,092804 \cdot t - 0,17211 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 + 0,17132 \cdot 10^{-6} \cdot t^3.$$

$$C_p = 12,899 - 0,047847 \cdot t + 0,71441 \cdot 10^{-4} \cdot t^2.$$

Each of these two equations for C_p shows a *minimum*: the first (extrapolated) at 123° C. (6,824 cal.), the second at 335° C.:

I.		II.	
t :	C_p :	t :	C_p :
200°	6,866 (extr.)	200°	6,188
300°	7,015	300°	4,975
400°	7,292	334°,8	4,888
500°	7,690	400°	5,191
548°	7,924	500°	6,836
		600°	9,910

From these few examples it may be clearly seen, that *no reliable* values of c_p or C_p can be deduced in this way; the cause of this was already indicated in our previous paper on *cerium*.

Surely the whole part of the \bar{c}_p - t -curve between 600° and 715° C. must, moreover, be considered as being a "transition-traject", — as is also illustrated by the fact already often referred to, that in this interval the apparent values of C_p reach, from the theoretical viewpoint, unaccountably high values: between 672° and 701° C., they are found to be 8—11 calories, between 711° and 750° of 10—12 calories; etc.

Like *cerium*, also *lanthanum* seems at ordinary or rather low temperatures already to show atomic heats which are appreciably superior to $3R$ calories; above 709°—715° C. (Expt. 20, 21, 16, 22—24) a new modification (δ) of the metal, with rather high values of C_p makes, moreover, its appearance.

*Groningen, Laboratory for Inorganic and Physical
Chemistry of the University.*

Plantkunde. — *De grenzen der bloeibaarheid en het groeien van den Irisbol.* IIA. (with summary). Door A. H. BLAAUW, IDA LUYTEN en ANNIE M. HARTSEMA. (Mededeeling N^o. 50 van het Laboratorium voor Plantenphysiologisch Onderzoek te Wageningen.)

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

In deze publicatie worden de uitkomsten meegedeeld van de proeven in 1934—'35 en in 1935—'36 genomen over den invloed van verschillende temperatuurbehandelingen in den zomer op het bloeien en het groeien van zulke Iris-bollen, die op de grens staan van wèl of niet-bloeien. Dit is een vervolg zoowel op de vroegere Meded. N^o. 41 (*De Grenzen der Bloeibaarheid bij Bol-Irissen I*, 1934) als op Meded. N^o. 42 (*Het groeien van den Iris-bol na verschillende zomerbehandeling*, 1935). In het kort herinneren wij aan het vraagstuk, waar het hier in de cultuur om gaat. Ronde, jonge bollen, die ongeveer tot de bloeibaarheid genaderd zijn, zullen als zij verkocht worden, ook na een warme zomerbehandeling, voor een veel te groot procent niet bloeien; maar omgekeerd zullen zij bij den kweeker, zelfs na een koele zomerbehandeling, nog voor een te groot procent bloeien, waardoor de ronde hoofdbol verbruikt wordt en minderwaardige en kleine (platte) zijbollen geoogst worden, die opnieuw moeten worden voortgekweekt.

Het is duidelijk, dat dit vraagstuk met bollen, die op de grens staan van het vermogen om bloemen te kunnen vormen, voor den botanicus een groote attractie heeft, te meer als men bemerkt dat inderdaad bij deze grens-grootte door de in den nazomer gegeven temperatuur het al-of-niet-bloemvormen in den volgenden na-winter in sterke mate bepaald kan worden. Den kweekers was het reeds bekend, dat het goed was voor het vermijden van te veel bloemen de bollen van Aug. tot tegen November op een koele plaats te leggen. In de boven genoemde publicaties toonden wij aan, dat bij deze twijfelmaten een langdurig bewaren in lage temperaturen als 9° en 5° C. de maanden later plaats vindende bloemvorming sterk reduceert of geheel onderdrukt; — dat een temperatuur van 23° of hoger, de bloeibaarheid sterk bevordert. Uit physiologisch oogpunt is dit zeker een resultaat, waar men reeds iets aan heeft voor de studie van het bloei-vermogen, vooral om het feit dat de *dispositie* om later bloemen te vormen reeds zoo lang tevoren wordt vastgelegd. Maar de cultuur vraagt een moeilijke combinatie, want de temperatuurbehandeling moet zóó zijn, dat tevens de bol behoorlijk blad vormt en daarmee voldoende in de dikte groeit. En dat kan men niet zoo maar bereiken door een flink lage temperatuur te geven in den zomer. Een *voorloopig* advies werd in Meded. N^o. 42 opgesteld; maar daarmee kunnen wij niet volstaan; het onderzoek

moest verder worden uitgebreid, en zal ook na deze publicatie nog moeten worden voortgezet.

Daarbij komt dan nog de moeilijkheid, dat bollen van volkomen gelijke zwaarte en behandeling na het eene jaar voor een veel grooter procent zullen gaan bloeien dan na het andere. Reeds het klimaat (en de bodemgesteldheid) vóór het rooien (begin Aug.) moet zijn invloed op de dispositie tot bloemaanleg hebben, terwijl die bloem toch pas in de 2e helft van den winter gevormd wordt! Daarom kan men niet volstaan met een matig onderdrukken van de bloemvorming, want in het eene jaar zal dit den bloei bij den kweker voldoende (bijv. tot 10 à 15 %) reduceeren, maar in een ander jaar heeft men kans op 40 à 50 % bloeiers, tot schade van de cultuur.

Van de twee afgelopen jaren zal hier de mate van het bloeien en in een volgend nummer der *Proceedings* de groei besproken worden en wel aan de hand van de hier bijgevoegde 5 tabellen.

Bloeibaarheid.

In 1934 werd zoowel de maat 4—5 cm als 5—6 cm voor *Imperator* gekozen, in 1935 alleen 5—6 cm, die natuurlijk het moeilijkst niet-bloeiend is te houden. Zulke proefpartijtjes volgens de schifting in de praktijk ongeveer 4—5 cm enz. in omvang metend, worden dan binnen iets nauwer grenzen stuk voor stuk door ons *gewogen*. Het gemiddelde en de grenzen van het gewicht van elke proefgroep van 100 of 80 stuks wordt boven de tabellen vermeld en wordt elk jaar zooveel mogelijk gelijk gekozen om ook de opeenvolgende jaren met elkaar te kunnen vergelijken.

In de eerste 2 jaar (1932 en 1933) werd voorloopig aan elke groep slechts één constante temperatuur gedurende 10 bewaar-weken gegeven en dat werd ook nog verder ter contrôle in de nu volgende jaren '34, '35 en '36 herhaald. Maar nadat het verschillende na-effect van lage en hoogere temperaturen op den lateren bloemaanleg was vastgesteld, gingen wij nu een stap verder met de vraag: „ligt de phase, dat de bloemaanleg beïnvloed wordt meer in het eerste deel of in het slot dier periode, of moet voor het effect dien geheelen tijd de betreffende temperatuur worden gehandhaafd?”

Met het oog op den groei der bollen is het van belang, als men niet te lang koude behoeft toe te passen, maar dan is het de vraag of 17° à 20°, in 't begin of aan het einde toegepast, het bloei-effect van de lage temperatuur weer te niet doet.

Tab. 1 behandelt *Imperator* 4—5 cm, een grootte, waarbij dus een gering % bloeiers te verwachten is. Hier treft ons in de reeks 7° tot 23° C. gedurende 10 weken, dat het gering aantal bloeiers van 7° tot 13° oploopt, om in 17° sterk te dalen en naar 23° weer te gaan oploopen. Dit eigenaardige verschijnsel is geen toeval; wij komen er nader op terug. Verder werden 7° en 20° C. op vier wijzen met elkaar afgewisseld. Bij deze kleine bollen, die toch reeds voor een zoo gering procent bloeien is daaruit niets zekers af te leiden. Alleen kunnen wij er op wijzen, dat

TABEL 1. Bloeipercent van Iris „Imperator” 4—5 cm (1.25—2.3 g)
18 Aug. tot 24 Oct. '34 behandeld.

Temperatuur	n	Bloei %	Gemiddeld gewicht per ronden bol	± Gemiddelde omtrek in cm	n	Aantal ziek en niet opgekomen
10 w. 7°	84	7	5.85 g	6 $\frac{1}{4}$ —6 $\frac{1}{2}$	78	15
„ 9°	83	16	6.38	6 $\frac{1}{2}$ —6 $\frac{3}{4}$	70	17
„ 13°	86	28	8.18	7 $\frac{1}{4}$ —7 $\frac{1}{2}$	62	12
„ 17°	84	12	9.07	7 $\frac{1}{2}$	74	15
„ 20°	87	13	7.78	7—7 $\frac{1}{4}$	76	11
„ 23°	92	16	6.29	6 $\frac{1}{2}$ —6 $\frac{3}{4}$	77	7
7 w. 7° } 3 w. 20° }	87	4	6.49	6 $\frac{1}{2}$ —6 $\frac{3}{4}$	84	13
3 w. 20° } 7 w. 7° }	94	11	6.98	6 $\frac{3}{4}$ —7	75	6
3 w. 7° } 7 w. 20° }	85	12	6.56	6 $\frac{3}{4}$	84	13
7 w. 20° } 3 w. 7° }	89	12	7.71	7—7 $\frac{1}{4}$	78	10

3 weken warmte aan het slot gegeven maar 4 % bloeiers brengt, aan het begin gegeven 11 %; dit resultaat wordt straks duidelijker bevestigd. Ook blijkt bij 3 w. 7° gevolgd door 7 w. 20°, de kou-werking zeker te kort te hebben geduurd.

Op de moeilikere en daardoor belangrijker maat 5—6 cm werd een zeer groot aantal behandelingen toegepast. Bij de bespreking der tabellen moet ik nog vermelden, dat aangelegde bloemen later soms min of meer mislukt blijven zitten; deze zijn onder bloeiers geteld bij de berekening van het bloeipercentage. Daarentegen zijn eventuele zieke of niet opgekomen bollen buiten die berekening gelaten, als het al of niet bloeien daaraan niet te beslissen was.

Tab. 2 laat direct zien dat het jaar 1935, dus tengevolge van de omstandigheden vóór Aug. 1934, een sterken bloei vertoont voor de maat 5—6 cm, zóózeer dat de bloeidispositie voor deze proef wel wat te sterk was om bepaald gunstige effecten te krijgen. De invloed der behandelingen is daarom in verschillende gevallen te weinig uiteenlopend. Hier herhaalt zich het feit van Tab. 1, dat de bloei van 5° tot 13° stijgt van 22 tot 87 %, om bij 17° en 20° duidelijk te zakken en boven 20° weer te stijgen, zelfs tot 94 % na 31°. Vroeger hebben wij voorbeelden gegeven,

TABEL 2. Bloei procent van *Imperator* 5—6 cm (2.3—4.0 g, gemidd. 3.12 g),
18 Aug. tot 24 Oct. '34 behandeld.

Temperatuur	n	Bloei 0/0	Gemiddeld gewicht per ronden bol	\pm Gemiddelde omtrek in cm	n	Aantal ziek
10 w. 5°	79	22	6.67 g	6 $\frac{3}{4}$	70	21
„ 7°	87	39	8.89	7 $\frac{1}{4}$ —7 $\frac{1}{2}$	52	13
„ 9°	90	60	8.81	7 $\frac{1}{4}$ —7 $\frac{1}{2}$	35	10
„ 13°	94	87	(5.83)	6 $\frac{1}{4}$ —6 $\frac{1}{2}$	(12)	5
„ 17°	97	65	10.63	7 $\frac{3}{4}$ —8	32	3
„ 20°	94	63	9.24	7 $\frac{1}{2}$ —7 $\frac{3}{4}$	34	6
„ 23°	93	80	7.71	7—7 $\frac{1}{4}$	19	7
„ 28°	97	88	(6.95)	6 $\frac{3}{4}$ —7	(10)	3
„ 31°	96	94	(7.42)	7	(6)	4
3 w. 20°—7 w. 5°	95	49	10.02	7 $\frac{3}{4}$	44	5
7 w. 5°—3 w. 20°	91	30	9.72	7 $\frac{3}{4}$	64	9
3 w. 20°—7 w. 7°	96	63	8.06	7 $\frac{1}{4}$	35	5
7 w. 7°—3 w. 20°	87	56	10.15	7 $\frac{3}{4}$	39	13
3 w. 20°—7 w. 9°	95	64	9.03	7 $\frac{1}{2}$	35	5
7 w. 9°—3 w. 20°	92	74	11.08	8	24	8
5 w. 20°—5 w. 5°	95	64	10.69	7 $\frac{3}{4}$ —8	34	5
5 w. 5°—5 w. 20°	96	60	10.84	7 $\frac{3}{4}$ —8	38	4
5 w. 20°—5 w. 7°	95	66	9.93	7 $\frac{3}{4}$	30	5
5 w. 7°—5 w. 20°	85	63	10.48	7 $\frac{3}{4}$ —8	31	15
5 w. 20°—5 w. 9°	93	74	10.90	8	26	7
5 w. 9°—5 w. 20°	91	78	10.80	7 $\frac{3}{4}$ —8	20	9
7 w. 20°—3 w. 5°	95	64	11.18	8	34	5
3 w. 5°—7 w. 20°	92	73	9.92	7 $\frac{3}{4}$	25	8
7 w. 20°—3 w. 7°	96	64	10.63	7 $\frac{3}{4}$ —8	31	4
3 w. 7°—7 w. 20°	93	70	10.36	7 $\frac{3}{4}$ —8	28	7
7 w. 20°—3 w. 9°	94	65	10.27	7 $\frac{3}{4}$	33	6
3 w. 9°—7 w. 20°	95	68	10.90	8	31	5
3 w. 31°—7 w. 7°	95	65	8.23	7 $\frac{1}{4}$	34	5
3 w. 31°—7 w. 13°	99	77	11.87	8—8 $\frac{1}{4}$	23	1
5 w. 31°—5 w. 7°	98	81	8.81	7 $\frac{1}{4}$ —7 $\frac{1}{2}$	18	2
5 w. 31°—5 w. 13°	90	71	9.81	7 $\frac{3}{4}$	26	10
7 w. 31°—3 w. 7°	97	91	(6.88)	6 $\frac{3}{4}$	(8)	3
7 w. 31°—3 w. 13°	96	85	(11.71)	8—8 $\frac{1}{4}$	(14)	4

waarbij boven 23° of $25\frac{1}{2}^{\circ}$ C. het bloeiprocent iets daalde (zie Meded. N^o. 41). Dit schijnt dus verschillend te kunnen uitvallen. Of dit toeval is of van bepaalde omstandigheden afhangt, kunnen wij niet zeggen.

Vervolgens werd de in Tab. 1 reeds vermelde proef met 2 temperaturen zeer uitvoerig behandeld door 20° te doen volgen of voorafgaan door 5° of 7° of 9° gedurende 3, 5 of 7 weken van de 10 weken tusschen rooien en herplanten. Tengevolge van de vermelde inzinking bij 17° en 20° , vertoonen 20° (63 %) en 9° (60 %) een veel te gering verschil om voor deze proef een geschikte combinatie te vormen. Blijven we bij 7 w. 5° of 7° gevolgd of voorafgegaan door 3 w. 20° , dan wordt bevestigd, dat de kou-behandeling van 5° moet *voorafgaan* (30 % tegen 49 %) om meer effect te hebben; dit wordt bij 7° nog zwak bevestigd. In menig jaar zal voor *Imperator* een behandeling met 9° een onvoldoende effect opleveren voor bloei-onderdrukking. Bij 5 weken 5° en 7° maakt het nauwelijks verschil, of wij de kou vroeger of later geven, de invloed van 20° schijnt bij een duur van 5 w. reeds geheel overheerschend te zijn. Bij partijen, waar de bloeieiging bij een grootte van 5—6 cm reeds zoo sterk is, kan alleen een langdurige en vrij lage kou-behandeling (10 w. of 7 w. 5° C.) nog een flink effect hebben voor bloei-onderdrukking. Ik moet er nog op wijzen, dat korte tijd koude (3 w. 5 en 7° gevolgd door 20°) een iets hooger aantal bloeiers leverde dan 20° alleen, wat men niet zou verwachten. Dat korte tijd kou, gevolgd door 17° of 20° , dit meer vertoont, zal zoo straks nog blijken. Het is waarschijnlijk geen toeval.

In de meening, dat 31° ongunstiger zou zijn voor bloemvorming en met de bedoeling den groei van blad en bol minder te benadeelen, werd ook 31° gecombineerd met 7° en 13° . Maar nu toonde juist dit jaar ons bij 10 w. 31° en 10 w. 13° een — vroeger niet waargenomen — hoog bloei-percentage, zoodat ook daaruit geen kans op een geschikte behandeling naar voren kwam. Wij zien bij 3 w. 31° (gevolgd door 7°), 5 w. 31° , 7 w. 31° , 10 w. 31° een regelmatige stijging: 65 % - 81 % - 91 % - 94 %.

Tot *Wedgwood* overgaande, kan men bijna steeds rekenen op een enigszins ander gedrag. Onder de Hollandsche Irissen (in ruimeren zin) staat *Wedgwood* met nog een paar minder bekende anderen, eenigszins afzonderlijk en verraadt daardoor dat een der ouders *I. tingitana* is. De grenzen der bloeibaarheid liggen hooger, d.w.z. bij een zwaarder gewicht. Wat de maat 5—6 cm bij *Imperator* is, is bij *Wedgwood* ongeveer 7—8 cm omtrek, d. i. bijna 3-maal zoo zwaar. Tab. 3 toont, dat ook voor *Wedgwood* de bloeibaarheid in 1935 sterk was. Maar deze wordt veel sterker gereduceerd door de koubehandeling. Terwijl 17° en 20° 93 en 98 % bloeiers vertoonen en dus allermint een daling van het bloeipercentage te zien geven, bedraagt dit percentage na 9° , 7° en 5° resp. 12 %, 5 %, 0 %. Zoo leent deze soort of althans deze partij in dit jaar zich veel beter voor de proef met 2 temperaturen. De uitkomst is zeer frappant. Terwijl 10 w. 5° 0 % bloeiers oplevert, stijgt dit percentage door 3 w. 20° , gevolgd door 7 w. 5° tot 70 %; maar laat men

TABEL 3. Bloei procent van Iris „Wedgwood” 7—8 cm (7.4—11.1 g, gemidd. 9.1 g), 18 Aug. tot 24 Oct. '34 behandeld.

Temperatuur	n	Bloei %	Gemiddeld gewicht per ronden bol	\pm Gemiddelde omtrek in cm	n	Aantal ziek
10 w. 5°	90	0	17.50 g	9—9 $\frac{1}{4}$	92	10
„ 7°	98	5	20.01	9 $\frac{1}{2}$	92	2
„ 9°	97	12	21.50	9 $\frac{1}{2}$ —10	80	3
„ 17°	99	93	(25.08)	10 $\frac{1}{2}$	(6)	1
„ 20°	100	98	(25.0)	10 $\frac{1}{2}$	(2)	0
„ 23°	78	96	(20.0)	9 $\frac{1}{2}$	(1)	2
3 w. 20°—7 w. 5°	97	70	21.8	10	29	3
7 w. 5°—3 w. 20°	95	0		9 $\frac{1}{2}$	95	5
7 w. 20°—3 w. 5°	100	96	(19.12)	9 $\frac{1}{2}$	(4)	0
3 w. 5°—7 w. 20°	100	89	(25.0)	10 $\frac{1}{2}$	(8)	0

na 7 w. 5° deze 3 w. 20° tot slot volgen, dan blijft de bloei 0 %. Hier blijkt veel sterker nog dan bij *Imperator*, dat het op de begin-behandeling zéér aankomt. *Wil men den bloei door kou reduceeren, dan moet men deze zoo spoedig mogelijk na het rooien toepassen en vooral zich hoeden voor warmte in de eerste weken.* Daar reeds bij het rooien de dispositie der bollen om later bloem te vormen het eene jaar veel sterker is dan het andere, zoo ligt het voor de hand te onderstellen, dat de laatste paar weken vóór het rooien ook de temperatuur in den bodem van beteekenis is voor de grootere of geringere bloeibaarheid, inzooverre dat een Julimaand met hooge bodemtemperatuur een grootere bloeibaarheid induceert dan een met lagere bodemtemperatuur. Op dit punt komen wij het volgende jaar na vergelijking van enkele jaren nader terug.

Wordt slechts 3 weken kou (5°) gegeven, dan is de 7 weken 20° geheel overheerschend; men kan hoogstens zeggen, dat de 3 w. 5° in 't begin een zeer kleinen invloed heeft, aan het slot toegepast in 't geheel geen invloed meer kan oefenen.

Deze twee uiteenlopende variëteiten stemmen daarin overeen, dat — naast 10 w. 5°, wat zeer ongunstig is voor den groei — beiden na 7 w. 5° + 3 w. 20° den geringsten bloei geven en dat zonder twijfel de warmte, die den groei weer ten goede komt, aan het slot moet worden gegeven. Aan het begin gegeven is de dispositie voor bloemaanleg door 3 weken 20° in Aug. reeds bepaald en baat kou-toepassing weinig of niets meer. Deze scherpe invloed in Augustus is te meer zoo merkwaardig daar die bloemaanleg toch pas in den volgenden winter plaats heeft.

In 1935 werden weer *Imperator* 5—6 cm en *Wedgwood*

7—8 cm behandeld. Binnen gelijke grenzen stuk voor stuk uitgewogen was *Imperator* thans 3,3 g gemiddeld tegen 3,12 g in 1934. Tabel 4 laat echter zien, dat het bloeivermogen, dat de bollen hebben meegekregen

TABEL 4. Bloei procent van *Iris „Imperator”* 5—6 cm (2.5—4.0 g, gemidd. 3.3 g), 8 Aug. tot 16 Oct. '35 behandeld.

Temperatuur	<i>n</i>	Bloei %	Gemiddeld gewicht per ronden bol	Gemiddelde omtrek in cm	<i>n</i>	Aantal ziek + niet opgekomen
32 d. 2°—17°	80	5	10.69 g	7.67	74	—
21 d. 2°—17°	80	17	11.21	7.82	66	—
11 d. 2°—17°	79	11	12.78	8.16	70	1 + 1 niet opgekomen
10 w. 5°	58	0	5.64	6.16	77	2 + 22 niet opgekomen
51 d. 5°—17°	76	0	9.62	7.15	78	2 + 4
41 d. 5°—17°	79	5	10.77	7.81	75	1 + 1
32 d. 5°—17°	79	19	11.00	7.78	64	1 + 1
21 d. 5°—17°	78	17	13.38	7.95	66	1 + 1
10 w. 9°	80	7	9.18	7.45	74	—
51 d. 9°—17°	80	9	9.70	7.53	73	—
41 d. 9°—17°	80	15	11.58	8.03	67	—
32 d. 9°—17°	79	27	11.59	7.78	57	2 + 1
21 d. 9°—17°	80	32	13.30	8.19	53	—
10 w. 17°	80	11	12.68	8.10	70	1

in '35 veel geringer was dan in '34 (na 17° C. in '36 voor 11 % bloeiend, in '35 voor 65 %; na 9° in '36 voor 7 %, in '35 voor 60 %; na 5° in '36 voor 0 %, in '35 nog voor 22 %). Voortbouwend op het vorige jaar werd in 1935 nu korter en langer kou gegeven (2°, 5° en 9°) *in het begin* en verder met 17° C. nabehandeld. Over het algemeen is de groei na 17° C. meest nog iets gunstiger dan na 20° C., terwijl met 13° C. nogal eens ongunstige ervaringen werden opgedaan.

Daar de bloeieiging toch reeds zeer gering is, moet men bij deze partij wel een bijna volkomen onderdrukking als maatstaf nemen. In dit opzicht geven 32 d. 2°, 41 d. 5° (beide 5 %) en verder 51 d. 5° en 10 w. 5° met 0 % het noodige effect. Behalve 10 w. 5°, dat wegens den slechten groei uitgesloten is, geeft alleen 51 d. 5° gevolgd door 18 dagen 17° (waarna op 16 October geplant werd) 0 % bloeiers.

Wij kwamen ook voor *Imperator* en *Wedgwood* in 1934

—'35 tot 7 weken $5^{\circ} + 3$ w. 20° . Deze 3 weken 20° tot planten bleek achteraf slechts 18 dagen te zijn geweest. Vandaar dat ook in '35 de planting 3 dagen vroeger geschiedde.

Er zit in Tab. 4 nog een bijkomstig resultaat, dat wel de aandacht waard is. Hoe korter men met 9° behandelt en hoe langer dus de nabehandeling met 17° duurt, des te meer bloei treedt later op (stijging van 7 % tot 32 %), hetgeen heel redelijk schijnt, maar na steeds 17° vindt men maar 11 %. Men denkt hier eerst aan een toeval; toch is dit hoogst onwaarschijnlijk. Bij 5° ziet men een soortgelijk verloop, maar daar 5° sterker onderdrukt, is de stijging geringer. Ook ziet men dat bij slechts 21 d. 5° de bloei niet méér is dan na 32 d. 5° en verder dat bij 21 d. 2° de bloei dezelfde is als na 21 d. 5° , d.w.z. nog boven 10 w. 17° , maar dat bij slechts 11 d. 2° de bloei even gering is als na 10 w. 17° , dus dat blijkbaar 11 d. te kort is dan dat 2° nog invloed heeft. Wij zien dus dat bij deze partij 10 w. 17° een vrij laag percentage (11 %) vertoont (9° gaf 7 % en 5° 0 %), maar dat eenige kou in 't begin gevolgd door 17° dit lage bloeipcentage van 17° doet stijgen, vooral als die koude kort duurt, bijv. 3 weken. In tab. 2 zagen wij na 3 w. 5° en 7° gevolgd door 20° een percentage van 73 en 70 tegenover 63 % na 10 w. 20° . Tab. 1 (Imperator 4—5 cm) en tab. 3 en 5 (Wedgwood) vertoonden niets dergelijks. Toch ligt hier een waarschuwing, dat voor bloemonderdrukking het toepassen van slechts 3 weken koude bij Imperator geen effect heeft of soms zelfs meer bloemvorming dan 17° C. alleen.

Wij blijven dus letten op het bijkomstige, maar op zich zelf niet onbelangrijke verschijnsel, dat 10° na 17° (à 20°) het bloeipcentage bij Imperator vaak lager ligt dan na 13° eener- en 23° C. anderzijds, 20° . dat 3 weken lage temperatuur (9° , -5° , -2° C.) gevolgd door 17° , dit lage percentage kan doen stijgen. M.a.w. een effect geeft ongeveer als 13° C. en waarschijnlijk wel éézelfde verschijnsel beduidt. Het is een waarschuwing, dat 13° C. of te korte tijd koude gevolgd door 17° voor Imperator en verwanten geen voordeel biedt boven alleen 17° C. Het feit, dat 17° C. vaak een lager bloeipcentage geeft dan een iets koudere behandeling, lijkt als bij-verschijnsel een tegenstrijdigheid met het hoofdeffect van kou en warmte op de bloeibaarheid. Wij komen daarop later terug. Intusschen heeft Wedgwood tot dusver niets dergelijks vertoond.

Tab. 5 geeft de uitkomsten voor Wedgwood 1935—'36, die evenals Imperator in dit jaar bij gelijk gewicht een veel geringer bloeibaarheid bezit dan 1934—'35. Ook hier zijn de weken vóór het rooien reeds van invloed. Het bloeiprocent na 10 w. 17° bedraagt 27 (in '34—'35 was dit 93 %). Alle voorafgaande kou-behandelingen reduceeren dit lage percentage gemakkelijk. Er schijnt geen aanleiding te zijn om van 2° iets meer te verwachten dan van 5° C. De dispositie om bloem te gaan aanleggen is bij deze partij zoo gering, dat reeds korte kou-behandelingen

TABEL 5. Bloei procent van *Iris „Wedgwood”* 7—8 cm (7.5—11 g, gemidd. 9.09 g), 8 Aug. tot 16 Oct. '35 behandeld.

Temperatuur	<i>n</i>	Bloei %	Gemiddeld gewicht per ronden bol	Gemiddelde omtrek in cm	<i>n</i>	Aantal ziek + niet opgekomen
32 d. 2°—17°	74	3	16.76 g	8.95	72	4
21 d. 2°—17°	76	9	17.87	9.07	68	4
11 d. 2°—17°	76	13	17.46	8.95	63	5 + 1
10 w. 5°	44	0	10.28	7.51	68	5 + 31
51 d. 5°—17°	70	0	10.85	7.79	75	4 + 6
41 d. 5°—17°	77	0	12.01	8.04	76	0 + 1
32 d. 5°—17°	78	0	14.17	8.39	77	2
21 d. 5°—17°	74	3	17.65	9.08	72	4 + 2
10 w. 9°	76	1	11.99	8.02	75	1 + 3
51 d. 9°—17°	77	0	12.03	7.95	76	1 + 2
41 d. 9°—17°	76	0	11.19	7.82	74	1 + 3
32 d. 9°—17°	75	3	13.16	8.26	71	1 + 4
21 d. 9°—17°	75	7	15.87	8.9	70	5
10 w. 17°	78	27	17.15	8.82	55	1 + 1

van 3 weken meer dan voldoende effect geven. Maar juist daarom mag men zich niet laten leiden door deze partij van dit jaar, want dan wordt men in de cultuur een ander jaar geheel verrast; in '34—'35 toch gaf *Wedgwood* na 3 weken 5° (gevolgd door 20°) 89 % bloeiers. Om zich te vrijwaren voor de grillige invloeden van verschillende jaren is een kou-behandeling van 7 weken gewenscht. Door die 4 weken langer 5° daalde de 89 % bloei (Tab. 3) tot 0 %.

Het blijkt, dat vooral bij *Wedgwood* het bloeivermogen gemakkelijk reageert op kou-behandeling. Naast 7 weken 5° gevolgd door 17° tot het planten, is hier een toepassen van 9° in den geheelen bewaartijd in den regel voldoende voor het vermijden van bloemvorming.

In een volgend nummer der *Proceedings* zal de groei van deze twee jaren besproken worden.

(A summary will be published in the next number of the *Proceedings*.)

Wageningen, Sept. 1936.

Embryology. — *Manifestation der Doppelnatur des Bogengangssystems in der Ontogenese des Vertebratenlabyrinthes.* Von H. M. DE BURLET und A. KOOMAN. (Aus dem anatomischen Institut der Universität Groningen, Holland.)

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

AYERS hat 1892 den Gedanken ausgesprochen, dass das Labyrinth der Cyclostomen und der Gnathostomen aus zwei gleichartigen Anteilen aufgebaut sei, welche, symmetrisch zu einander, die vordere und hintere Labyrinthhälfte bilden.

Die vergleichend-anatomische Betrachtung des Labyrinthes der übrigen Vertebraten lehrt, dass dieser Gedanke weiter zu verfolgen ist, sodass sich die Ansicht begründen lässt, dass ganz allgemein das Wirbeltierlabyrinth aus zwei Hälften aufgebaut ist ¹⁾. Auf das menschliche Labyrinth übertragen würde das bedeuten, dass zur vordere Labyrinthhälfte zu rechnen sind: der vordere vertikale und der horizontale Bogengang sowie der Vorderabschnitt des Utriculus mit seiner Macula, — zur hinteren Labyrinthhälfte: der hintere vertikale Bogengang, der Sinus utriculi posterior, der Sacculus mit Cochlea.

Das Feld, wo sich die beiden Hälften begegnen und zu einer Einheit verbunden sind, muss demnach liegen im Crus commune, welches beiden vertikalen Bogengängen angehört, und, an der Uebergangsstelle des „Utriculus“ in den Sinus utriculi posterior. In Abb. 1 ist ein schematisiertes Säugerlabyrinth dargestellt, wo durch verschiedene Schraffierung die vordere und hintere Hälfte hervorgehoben wurden. Der Pfeil bezeichnet das Gebiet, wo sich die beiden Hälften begegnen.

Wenn diese Auffassung über den Bau des Vertebratenlabyrinthes im wesentlichen zutreffen sollte, so wäre es zu erwarten, oder jedenfalls denkbar, dass während der Ontogenese bei Vertretern verschiedener Wirbeltiergruppen Anzeichen im Grenzgebiet aufzufinden wären, welche auf eine ehemalige Selbständigkeit der beiden Anteile hinwiesen. Diese wären also im Crus commune zu erwarten, eventuell würden sie sich von dort auf die Utriculuswand fortsetzen.

In der vorliegenden Mitteilung soll an *erster* Stelle auf einige Eigentümlichkeiten in der Wand des embryonalen Crus commune hingewiesen werden, welche nach obigen Gesichtspunkten zu deuten sind. An *zweiter* Stelle soll dargelegt werden, dass diese Bildungen letzte Andeutungen einer sehr früh auftretenden Furche sind, welche am Gehörbläschen zu den

¹⁾ Vergl. Z. f. Anat. u. Entw. Gesch. Bd. 94, S. 54.

ersten Erscheinungen gehört, welche die Differenzierung des komplizierten Labyrinthes einleiten.

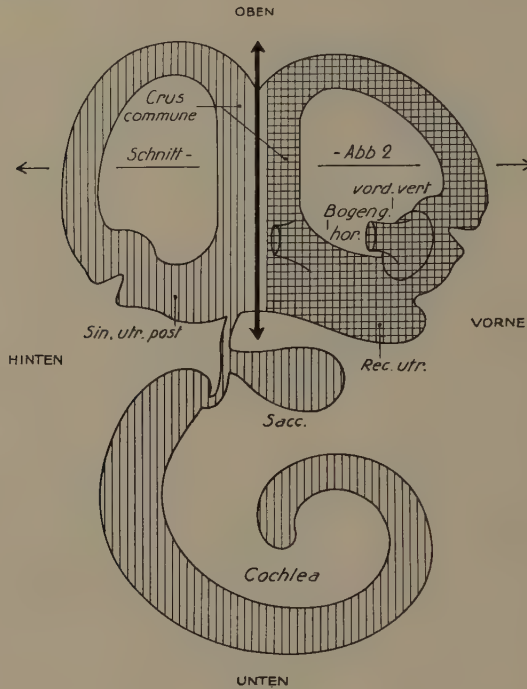


Abb. 1. Schema des Aufbaues des Säugetierlabyrinthes aus einer vorderen und hinteren Hälfte. Rechtes Labyrinth von lateral.

1. *Epitheleinbuchtungen im Crus commune.* Diese sind uns zuerst am embryonalen Labyrinth einiger Säuger aufgefallen. Um die Topographie dieser Falte zu erklären, verweisen wir auf Abb. 2, deren Orientierung in Abb. 1 angegeben ist. Es handelt sich um einen etwa horizontal gelegenen

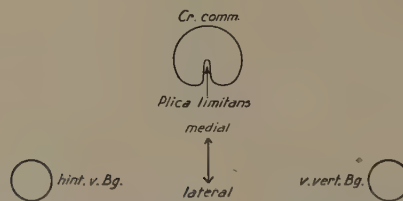


Abb. 2. Schematischer Querschnitt der vertikalen Bogengänge und des Crus commune, dessen Lage in Abb. 1 angegeben ist. Topographie der Plica limitans im Crus commune. Rechtes Labyrinth.

Schnitt, welcher die beiden vertikalen Bogengänge sowie das Crus commune im Querschnitt trifft. Im Crus commune ist eine von lateral eindringende Falte angegeben, welche, dem Pfeil der Abb. 1 vergleichbar, die Grenze von vorderer und hinterer Labyrinthhälfte bestimmt und deswegen als *Plica limitans* bezeichnet zu werden verdient.

H. M. DE BURLET UND A. KOOMAN: MANIFESTATION DER DOPPEL-
NATUR DES BOGENGANGSSYSTEMS IN DER ONTOGENESE DES
VERTEBRATENLABYRINTHES.

Abb. 3.

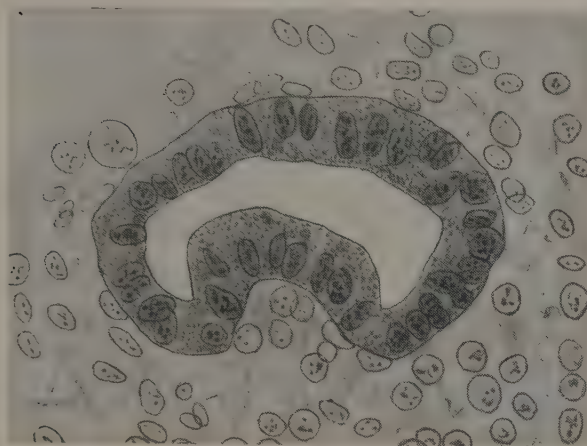


Abb. 4.

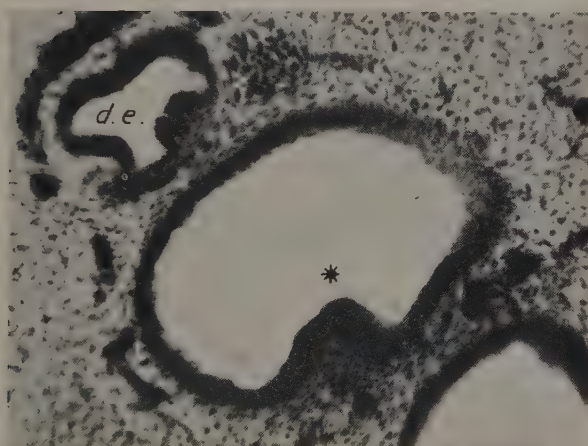


Abb. 5.

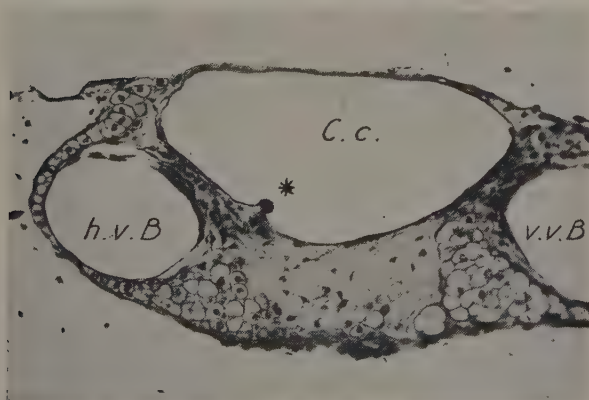


Abb. 3, 4, 5. Querschnitte des Crus commune mit Plica limitans (*),
bezw. von *Mus musculus*, *Homo sapiens* und *Rana spec.*

Als Beleg des Vorkommens dieser Falte in der Entwicklung des Labyrinthes bei verschiedenen Gruppen seien hier drei Querschnittsbilder des *Crus commune* wiedergegeben, deren Topographie mit derjenigen der Abb. 2 übereinstimmt. Abb. 3 zeigt uns die *Plica limitans* im Labyrinth der Maus, wo uns die Bildung zuerst auffiel. Sie wird in dieser Species regelmässig angetroffen in gleichmässig starker Entwicklung, erhält sich bis zur Geburt, vielleicht auch später.

Schwankend ist die Länge der *Plica* im Verhältnis zur Länge des *Crus commune*, auch innerhalb der Species.

Beim Menschen (Abb. 2) kommt die Falte während der Entwicklung ebenfalls vor. Ihre Höhe ist nicht oder kaum geringer als bei der Maus, auch ihre relative Länge stimmt damit überein.

Als drittes Beispiel bringen wir das Querschnittsbild des *Crus commune* von *Rana*. Auch hier tritt die Falte regelmässig auf.

Wir könnten die Zahl der Beispiele erheblich ausdehnen, behalten uns aber vor dieses an anderer Stelle zu thun. Hier sei nur erwähnt, dass nicht in jedem Labyrinth mit ausgebildetem *Crus commune* eine Falte, wie oben abgebildet, in gleicher Ausdehnung vorhanden ist. Mit geringen Spuren muss man sich manchmal begnügen. Die weite Verbreitung der *Plica* in allen Wirbeltierklassen ¹⁾ — mag sie auch vielfach nur als schwache Einbuchtung oder verdickter Epithelstreifen vorhanden sein — kann nur so gedeutet werden, dass hier eine phylogenetisch alte Einrichtung sich manifestiert. Dass sie in der Ontogenese in die Erscheinung tritt, bildet eine willkommene Ergänzung zu den Betrachtungen, wozu die vergleichend-anatomische Beobachtung des Wirbeltierlabyrinthes führt.

2. Die *Plica limitans*, deren Topographie wir oben kurz dargestellt haben, hat eine weitere Bedeutung als diese, dass sie im sich entwickelnden Labyrinth eine rudimentäre Scheidewand im *Crus commune* bildet. Nach unserem Dafürhalten wird die Differenzierung des Wirbeltierlabyrinthes ganz allgemein eingeleitet durch das Auftreten einer von lateral eindringenden Falte, wovon die oben beschriebene *Plica limitans* ein Bestandteil bildet. Es ist dementsprechend der Inhalt dieses Begriffes zu erweitern. Die *Plica limitans* ist eine früh auftretende Furche, welche vordere und hintere Labyrinthhälfte von einander abgrenzt und wovon Teile im *Crus commune* in verschieden starker Ausbildung sich erhalten.

Die Begründung dieser These soll an anderer Stelle ausführlich gegeben werden; hier sei nur an einem Schema Lage und Bedeutung der Falte erläutert (Abb. 6). An irgendeinem jungen Labyrinthbläschen, rechtsseitig, von lateral gesehen, wurde eine von lateral eindringende Furche gezeichnet, welche das Gebiet der beiden vorderen Bogengänge und des *Recessus utriculi* abgrenzt von dem künftigen hinteren Bogengang und dem *Sacculus* mit *Lagena*, *Cochlea*, usw. Vergleicht man die Abb. 1 mit Abb. 6, so

¹⁾ Vielleicht mit Ausnahme der Vögel?

erkennt man, dass die Furche der letzteren Figur mit dem Pfeil der ersten übereinstimmt und begreift gleichzeitig, dass die Faltenbildungen der Abb. 3, 4, 5 als Teile der *Plica limitans* zu bewerten sind.

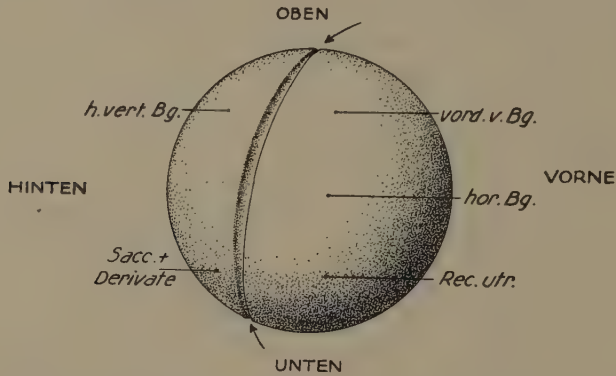


Abb. 6. Schema des Gehörbläschens des Wirbeltierlabirinth. Rechtes Labyrinth von lateral. Zwischen den Pfeilen die *Plica limitans*. Vor derselben das Gebiet, woraus die beiden vorderen Bogengänge und der Recessus utriculi hervorgeht, dahinter das Areal des hinteren Bogenganges, sowie des Sacculus und seiner Derivate.

Es ist selbstverständlich, dass die Embryologen, die sich mit der Entwicklung des Einzellabyrinthes an einer Reihe von Stadien befasst haben, von der hier beschriebenen, wichtigen Faltenbildung manches gesehen und beschrieben haben. Einiges mag hier erwähnt werden.

Die in Abb. 3, 4, 5 wiedergegebene Falte im *Crus commune* wurde u.a. von DENIS bei jugendlichen Stadien der Fledermaus beschrieben und abgebildet. Es handelt sich eigentlich nur um eine Verdickung des Epithels, welche an eine Raphe erinnert und auch von DENIS als solche gedeutet wurde.

In FLEISSIG's Arbeit über das Geckolabyrinth handelt der letzte Abschnitt „über einen Streifen hohen Epithels an der lateralen Wand des embryonalen Reptilien- und Säugerlabirynth“. Bei der Untersuchung des Geckolabyrinthes war dem Autor ein hoher Epithelstreifen an der lateralen Wand aufgefallen, den er mit einer entsprechenden, stärker entwickelten Bildung bei der Ratte und manchen andern Säugern, auch beim embryonalen Menschen, vergleicht. „Bei allen diesen zieht der Streifen zunächst in der Mitte des *Crus commune* (bezw. dessen Anlage) um sich nach unten zu an den hinteren Rand desselben zu begeben“ usw. Es ist unzweifelhaft, dass FLEISSIG hier dasselbe Gebilde beschreibt, und nun auch bei Reptilien erwähnt, welches in Abb. 3, 4, 5 für Maus, Mensch und Frosch als *Plica limitans* bezeichnet wurde.

Mit grossem Interesse haben wir kürzlich in WOHLFAHRT's Arbeit über das Labyrinth der Sardine gelesen, dass auch hier die laterale Wand des Sinus superior eine „ins Lumen gerichtete gratartige Verdickung“ aufweist,

„die den Eindruck erweckt, als sei sie der Rest einer ehemaligen Scheidewand zwischen Canalis anterior und posterior“. Aus dieser Beobachtung geht hervor, dass das gleiche Gebilde auch bei Fischen vorkommt; dass wir mit WOHLFAHRT's Deutung einverstanden sind, ist selbstverständlich.

Bisher haben wir nur einige von den Autoren genannt, welche die Falte im Crus commune ausdrücklich erwähnten. So unvollzählich diese auch genannt sein mögen, so liefert ihre Arbeit uns doch genügend Stütze, um, neben unseren eigenen Beobachtungen, behaupten zu dürfen, dass die Plica limitans bei allen Vertebraten, welche ein Crus commune besitzen, vorkommt. Ihr Ausbildungsgrad und das Mass ihrer Persistenz während der Entwicklung ist äusserst verschieden, sodass man nicht in jedem Crus commune eine schöne Falte erwarten darf.

Wir behaupteten an zweiter Stelle, dass die Falte im Crus commune ein Teil einer grossen, früh an der lateralen Labyrinthseite auftretenden Falte sei, welche vordere und hintere Labyrinthhälfte von einander abgrenzt. Auch hierzu einige Daten aus der Literatur, wenn auch höchst unvollständig.

Zunächst wollen wir STREETER nennen, welcher in seiner Beschreibung der Entwicklung des menschlichen Labyrinthes als einer der ersten Geschehnisse das Auftreten eines „lateral groove“ erwähnt, „which cuts in between the anlage of the posterior canal and the posterior end of the lateral canal“. Er zitiert KRAUSE und DENIS, welche ebenfalls frühzeitig bei Kaninchen und Fledermaus diese Furche wahrnahmen.

Beim Embryo des Gecko beschreibt FLEISSIG als „Fissura F“ eine Furche, welche STREETER's „lateral groove“ entspricht. Wichtig ist, dass der Autor diese Furche identifiziert mit dem Epithelstreifen, welchen er im Crus commune erwähnte, dieselbe Falte unserer Abbildungen 3, 4, 5.

LEBEDKIN untersuchte die Entwicklung der Bogengänge bei verschiedenen Vertebraten: einen Selachier (Pristiurus), weiterhin bei Frosch, Schildkröte (Emys) und Mensch. Bei diesen Formen fand er in frühen Stadien dieselbe Furche, welche FLEISSIG als „Fissura F“ beschrieben hatte; er nennt sie „Fissura posterior lateralis“, den oberen Teil „Fissura posterior lateralis accessoria“. Dass die Furche bei Selachier, wo im erwachsenen Labyrinth die beiden vertikalen Bogengänge kein Crus commune gemeinsam haben, frühzeitig die stärkste Ausbildung zeigt, liegt auf der Hand. LEBEDKIN schreibt von der Furche: „sie ist bei den Selachiern stark entwickelt, verläuft über der Dorsalwand und steigt an der medialen abwärts. Im Laufe ihrer Entwicklung sich stark vertiefend, spaltet sie den Sinus utriculi superior in zwei selbständige Teile“. Die Grenzfalte (Plica limitans), welche vordere und hintere Hälfte trennt, ist hier demnach besonders deutlich ausgesprochen. Ausdrücklich unterstreicht LEBEDKIN „die vollkommene Homologie“ seiner Fissur bei den von ihm untersuchten Wirbeltieren.

Auf Grund dieser Daten mag es nicht zu gewagt erscheinen, die erwähnten Faltenbildungen, welche im Labyrinth während der Entwicklung zur Beobachtung kommen, als Manifestationen der Doppelnatur desselben zu betrachten. Demnächst soll an anderer Stelle weiteres zu diesem Thema mitgeteilt werden.

Groningen, Okt. '36.

LITERATUR:

- DENIS, P. 1902. Rech. s. le Développ. de l'oreille int. ch. 1. Mammifères (*Vespertilio murinus*). Arch. de Biol. **18**, p. 377—494.
 FLEISSIG, J., 1907. Die Entw. d. Geckolabyrinthes. Anat. Hefte. **37**, p. 1—117.
 KRAUSE, R. 1903. Hertw. Handb. Bd. 2, T. 2. p. 83—139.
 LEBEDKIN, S. 1930. Die Entw. d. Bogengänge b. d. Vertebraten. Bull. Moscou, Abt. Biologie.
 STREETER, G. L. 1907. On the Development of the membr. Labyrinth and the VIIIth and VIIth nerves in the Human Embryo. Am. J. of Anat. **6** p. 139—166.
 WOHLFAHRT, TH. 1936. Das Ohrlab. d. Sardine. Z. f. Morph. u. Ökol. d. T. **31**, p. 371—411.

Palaeobotany. — *On the affinities of the Osmundaceae with Grammatopteris and Asterochlaenopsis and with Zygopterideae in general.* By O. POSTHUMUS (Pasoeroean, Java).

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

The Zygopterideae (s.l.), palaeozoic Ferns, which were recognized by their anatomy, have always been a puzzling group. Known at the beginning chiefly as species of the genus *Zygopteris* only, this group, when the knowledge of the details increased, has gradually been split up and the former species removed into separate genera, even families. They have in common the symmetry of the branches of the leaves, which is quite different in recent Ferns. In the latter group these branchings are placed in one plane, which is perpendicular to the plane passing through the stem and the middle of the leaf. In the Zygopterideae the branches are developed in many directions; their planes of symmetry have not the same relation to the stem, but are placed towards the main rachises of leaves in the same way as the leaves are placed in relation to the stem in recent plants. These details which, in the beginning, were not fully realized are now rather completely understood.

The interrelationship of the different groups of the Zygopterideae is not only a question of much interest in itself, but also the affinities of these Zygopterideae (in the broadest sense) to the recent Ferns and the fossil

plants allied to these are of great importance. The views which can be based on the examination of the material depend on the value attached to the different criteria from a phytogenetical point of view. These will be discussed shortly in this paper, especially because of the supposed affinities of the *Zygopterideae* with the *Osmundaceae*, which, of the recent groups of Ferns, are believed to be most closely allied to this fossil group¹). *Grammatopteris Baldaufi* (BECK) HIRMER will be dealt with first; also some remarks on *Asterochlaenopsis* will be given here. When in the discussion of the anatomy part of the structure is described to fuse with another one, or as being given off, this is used in a descriptive sense only, without any conclusion being given incidentally on the phylogeny or morphogeny of these structures. *Grammatopteris Baldaufi* (BECK) HIRMER, which is found in the Lower Carboniferous of Saxony, has lately been described in detail by SAHNI²). On his arguments about the affinities the following remarks can be made.

SAHNI describes in *Grammatopteris* the phyllotaxis, at least in the upper part of the stem, to recall that of *Thamnopteris* and other *Osmundaceae*, in a way more or less suggestive of affinities³). Accepting that the phyllotaxis in the old plants is based on the same principles as in the recent ones, an analogy has no importance for indicating affinities, because it can be so different in groups of closely allied forms. This holds also true for the stem habit, which has also many points in common with *Osmundaceae*⁴). This difference in allied plants is clearly shown in the *Cyathea-ceae*; the scandent tree-fern, *Thysanobotrya*, has the stems in external appearance closely resembling *Polybotrya* and *Stenochlaena*, under which names this member of the *Cyathea-ceae* has been described.

The structure of the woody cylinder in the stem shows a differentiation into an outer and an inner xylem, the latter being more "pithy" and stellate in transverse sections⁵). The rays are in relation to the insertion of the leaf-trace. This structure has some resemblance to that found in *Thamnopteris*. However, in forms which have never been doubted to be allied to *Osmundaceae* or to belong to it, we see a gradual transition from a more or less differentiated central xylem leading to a normal pith. This feature thus can have no value on determining the phylogenetical relation of different large groups; if we do this, we use details, which may belong to parallel lines of evolution. Another feature of interest is formed by the incisions of the central xylem, when seen in transverse section. I may quote here SAHNI verbally⁶): "A few words are needed concerning the incisions in the outer xylem. Although in the available sections they appear to have no evident relation with the leaf-traces, it is difficult to regard them in any other light, except that they are incomplete leaf-gaps corresponding to those recently described by ZALESSKY in *Chasmatopteris*, where also the inner xylem is left intact. The incisions are distinctly more numerous on the higher parts of the stele, where the leaf-traces are more crowded. The fact that an incision is not seen in immediate relation to a

leaf-trace need not mean that no relation exists. As the stele is solid and the leaf-trace, not being C-shaped, has no decurrent "pocket" of ground tissue, the incision which it subtends would not come clearly into evidence till some distance above the point of departure of the trace. Pl. XXXV, fig. 1, shows several incisions, which lie opposite to leaf-traces, slightly removed from the stele".

If we see in a group rather large differences in structure, which can be explained as different phases in the evolution of certain features, we want to see the basic characters out of which the different aspects can be explained, and which are then recognized to be fundamental ones, of phylogenetical importance. In the Osmundaceae we can recognize as such the fact that the protoxylem in the leaf-trace has the tendency to be accompanied by soft tissue at the upper, adaxial, side, which tissue penetrates (in an evolutionary series) lower down into the stem, forming grooves on the outer side of the stem xylem, and even in some species connecting the internal tissues to those outside. There is thus a relation by this pocket of the leaf-trace with the ridges on the stem xylem. SAHNI himself admits that there are no decurrent pockets and that the relation to the leaf-trace is not apparent. I may suggest that the incisions may separate the ridges, which are formed on the outer surface of the stem, after the solid leaf-traces have fused with it. When the leaves are numerous, most incisions which are only indirectly connected with the leaf-traces may be placed nearly opposite to an incoming leaf-trace, which joins the stem xylem lower down, as is shown in the figure quoted by SAHNI. But this has no bearing on the phylogenetic side of the problem.

Of other features it can be mentioned that stipules, characteristic in Osmundaceae, are wanting here; *Grammatopteris* differs also from the Osmundaceae by the presence in the cortex of sclerotic nests.

Thus the characters considered by SAHNI to indicate Osmundacean affinity can be interpreted as having hardly any value from a phylogenetic standpoint.

The other fossil member of their group, *Asterochlaenopsis* from Western Siberia, has also been described in detail by SAHNI⁷⁾; the resemblance is chiefly in the structure of the leaf-trace near the place where it is given off from (or fuses with) the stem xylem⁸⁾. We see that the leaf-trace at this point has two mesarch protoxylems. Because this is also found in some Osmundaceous fossils, e.g. *Zalesskya gracilis*⁹⁾, this was considered to be a strong argument for an affinity between Osmundaceae and *Asterochlaenopsis*. The value of this criterium depends on whether this indicates something fundamental in common or an incidental situation only. But SAHNI already remarks¹⁰⁾ that in *Asterochlaena* the resemblance is not so close, because of the protoxylem dividing before the separation of the leaf-trace; these protoxylems extend downwards separately into the stem xylem. So the resemblance depends chiefly on the point where the remaining two protoxylems, after having become mesarch, ultimately fuse

together. In the same way as *Asterochlaena* differs from *Asterochlaenopsis*, in *Osmunda javanica* the protoxylems in the lower part of the leaf-trace do not fuse, but enter into the stem xylem separately¹¹). But we may agree with SAHNI that *Asterochlaena* is more closely allied to *Asterochlaenopsis* than with the Osmundaceae, the same *Osmunda javanica* Bl. is more closely allied to *Zalesskya* or *Thamnopteris* than with *Asterochlaenopsis*. If we argue in the same way as SAHNI does, the fact that the protoxylems are divided before the departure of the leaf-trace, both in *Asterochlaena* and *Osmunda javanica*, might be mentioned as an indication of affinities for these two species.

The similar structure in the last mentioned plants may thus be explained, because the protoxylems, having become mesarch lower down, have not yet fused together, though nearly approaching the stem xylem, the leaf-trace otherwise being very simple in transverse section. It is difficult to imagine, how such similar phases in leaf-trace, simply built like this, could really look much different. Higher up more an elaborate leaf-trace shows a quite different scheme of construction in both plants, their symmetry being quite different. And if in each group the details may change, in other members the lower part of the leaf-trace will change too, as soon as the influence is felt lower down.

We thus see that the above-mentioned criteria for the affinities of the Osmundaceae and Zygopterideae can be better explained as incidental resemblances in parallel lines of evolution. Characters like degree of medullation, incisions of the stem xylem, when seen in transverse sections, can hardly be used in the discussion of the affinities of groups which are quite different in other respects.

The Ferns have all in common the fact that the unit of fibrovascular structure is the leaf-trace bundle, which, when followed downwards, fuses with the stem xylem; the protoxylem of this primary bundle is originally mesarch and develops soft walled tissue at the upper side, which may extend further downwards as a funnel, forming pockets, penetrating into the stem xylem.

The large differences in the groups of the Ferns are owing to their symmetry. Part of them, to which belong the recent Filicales, have the leaves and branchings arranged symmetrically towards a plane running through the stem and the middle of the leaves. The soft walled tissues of the primary bundles have their orientation to the adaxial side and generally fuse laterally, the xylem thus forming bundles, C-shaped in transverse section. More complex structures can be derived from this scheme.

The other groups, to which belong the Zygopterideae or Inversicatenales, have the branchings of the leaf arranged in a different way; they are placed towards the main rachis of the leaf more or less in the same way as the leaves are placed towards the stem in recent plants. Therefore, as soon as the soft walled tissue is formed, its place, after entering into the main rachis, is quite different from the arrangement in recent Ferns. We

then see in transverse sections of the petioles the complex structure as shown by *Ankyropteris*, *Etapteris* and *Arpexylon* (*Metaclepsydropsis*). If in the lower-most part of the leaf-trace near the stem xylem the differentiation of the leaf-trace is practically nil, there may be some resemblance with species of the former groups, provided that there the influence of the soft walled tissue does not reach into the stem either. This is the case in *Asterochlaenopsis*, *Zaleskya* and *Thamnopteris* respectively. This resemblance is thus more or less of a negative character, and has no phylogenetic, only morphogenetic value.

On combination of these facts, it seems probable that in the Ferns a differentiation took place according to the way in which the branchings of the megaphyls were arranged in one plane, or whether the ultimate branches were spread in all directions. When afterwards the primary bundles of the leave-traces developed their thin walled tissue in the leafy parts, at the upper side, the development of this tissue went lower down, into the rachis and petiole, at last into the cortex and the stem xylem; the different arrangement of the branches was, as it were, thus fixed in the anatomy of the rachis and petiole. The anatomy of these parts shows the characters which are most important from a phylogenetical standpoint.

In the *Zygopterideae*, after this group became distinct from the recent Ferns, further differentiation gave rise to forms like *Ankyropteris* and *Clepsydropsis* with a closed peripheral loop on the one hand and to *Dineuron*, *Etapteris*, *Diplolabis*, etc., with open peripheral loops, on the other. New finds and thus a more detailed knowledge of anatomy will probably prove the existence of other groups distinct from the above mentioned; perhaps *Zygopterideae* with foliar gaps in the stem xylem will be found.

LITERATURE CITED.

1. KIDSTON and GWYNNE-VAUGHAN, Trans. Royal Soc., Edinburgh, pl. 4, fig. 18, 1909.
2. SAHNI, Ann. of Botany, vol. 184, p. 863—877, 1 pl., 1932.
3. SAHNI, l.c., p. 874.
4. SAHNI, l.c., p. 874.
5. SAHNI, l.c., p. 874.
6. SAHNI, l.c., p. 867.
7. SAHNI, Phil. Trans. Royal Society, London, B, vol. 218, p. 447—471, 3 plates, 1930.
8. SAHNI, l.c., p. 459.
9. KIDSTON and GWYNNE-VAUGHAN, Trans. Roy. Soc., Edinburgh, pl. 3, fig. 14, 15a, b, 1908.
10. SAHNI, l.c., p. 459.
11. POSTHUMUS, Recueil des travaux botaniques néerlandais, vol. 21, 1924, p. 135, fig. 6.

Mathematics. — *Die konformen Differentialinvarianten eines kovarianten symmetrischen Tensors vierter Stufe im binären Gebiet.* Von G. F. C. GRISS. (Communicated by Prof. R. WEITZENBÖCK).

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

§ 1. *Einleitung.*

In seiner Theorie der *totalisotropen Flächen*¹⁾ hat Herr PINL die Resultate verwendet, welche ich bei der Bestimmung der Differentialinvarianten eines kovarianten symmetrischen Tensors 4. Stufe im binären Gebiet erhalten hatte²⁾. Um eine *konforme* Theorie möglich zu machen werde ich jetzt die konformen³⁾ Differentialinvarianten desselben Tensors bestimmen, während die geometrische Verwendung wiederum Herrn PINL überlassen bleibt.

Das volle Komitantensystem (nullter Ordnung) des Tensors 4. Stufe:
 $f = g_{\alpha\beta\gamma\delta} x^\alpha x^\beta x^\gamma x^\delta = g_0 x_1^4 + 4 g_1 x_1^3 x_2 + 6 g_2 x_1^2 x_2^2 + 4 g_3 x_1 x_2^3 + g_4 x_2^4$ (1)
wird gebildet⁴⁾ von den Invarianten

$$i = \theta_1 = (g g')^4 = 2 (g_0 g_4 - 4 g_1 g_3 + 3 g_2^2), \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$j = \theta_2 = (g g')^2 (g' g'')^2 (g'' g)^2 = 6 \begin{vmatrix} g_0 & g_1 & g_2 \\ g_1 & g_2 & g_3 \\ g_2 & g_3 & g_4 \end{vmatrix}, \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

der HESSischen Kovariante 4. Stufe

$$\Delta = H = (g g')^2 g_x^2 g_x'^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

und der CAYLEYSchen Kovariante 6. Stufe

$$t = T = (g g')^2 (g'' g') g_x''^3 g_x' g_x' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

¹⁾ M. PINL, Quasimetrik auf totalisotropen Flächen III, Proc. Royal Acad. Amsterdam, **38**, 171—180 (1935).
²⁾ G. F. C. GRISS, Differentialinvarianten eines kovarianten Tensors vierter Stufe im binären Gebiet, Compositio Math. I, 238—247 (1934).
³⁾ Die Bezeichnung „konform“ ist gewählt nach Analogie der konformen Invarianten eines symmetrischen Tensors zweiter Stufe. Man könnte auch von Invarianten eines Pseudotensors sprechen.
⁴⁾ GORDAN-KERSCHENSTEINER, Vorlesungen über Invariantentheorie, Leipzig (1887)
§ 15.

Man kan T^2 zerlegen:

$$T^2 = -\frac{\theta_2}{6} \left(f + \frac{H}{k_1}\right) \left(f + \frac{H}{k_2}\right) \left(f + \frac{H}{k_3}\right) \dots \quad (6)$$

Die Kombinanten $f + \frac{H}{k_r}$ ($r=1, 2, 3$) sind vollständige Quadrate und die 3 Werte k_r sind Wurzeln von

$$k^3 - \frac{1}{2} \theta_1 k - \frac{1}{3} \theta_2 = 0. \quad (7)$$

Setzen wir

$$f + \frac{H}{k_1} = \varphi^2, \quad f + \frac{H}{k_2} = \psi^2 \quad \text{und} \quad f + \frac{H}{k_3} = \chi^2, \quad (8)$$

so sind φ , ψ und χ drei (konjugierte) quadratische Kovarianten.

Im allgemeinen, d.h. wenn die drei Wurzeln von (7) verschieden sind, kann man f durch φ und ψ ausdrücken⁵⁾, so dass man die konformen Differentialinvarianten von 2 kovarianten symmetrischen Tensoren 2. Stufe mit nicht-verschwindender Diskriminante zu bestimmen hat. Im folgenden Paragraphen lösen wir dieses Problem für willkürliches n .

§ 2. Konforme Differentialinvarianten von 2 kovarianten symmetrischen Tensoren 2. Stufe.

Es sei die Gruppe der eindeutigen (genügend oft) stetig differenzierbaren Transformationen

$$x_i = f_i(\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n) \quad (i=1, \dots, n) \quad (9)$$

gegeben mit der Funktionaldeterminante

$$\Delta = |e_k^i| \neq 0, \quad \text{wo} \quad e_k^i = \frac{\partial x_i}{\partial \bar{x}_k}. \quad (10)$$

Die Transformationsformeln für die 2 Tensoren lauten

$$\left. \begin{aligned} \bar{a}_{\alpha\beta} &= \tau a_{\mu\nu} e_{\alpha}^{\mu} e_{\beta}^{\nu} \\ \bar{b}_{\alpha\beta} &= \tau b_{\mu\nu} e_{\alpha}^{\mu} e_{\beta}^{\nu} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Zur Bestimmung der Differentialinvarianten 1. Ordnung differenzieren wir (11):

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \bar{a}_{\alpha\beta}}{\partial \bar{x}_\gamma} &= \tau \frac{\partial a_{\mu\nu}}{\partial x_\lambda} e_{\alpha}^{\mu} e_{\beta}^{\nu} e_{\gamma}^{\lambda} + \tau a_{\mu\nu} e_{\alpha\gamma}^{\mu} e_{\beta}^{\nu} + \tau a_{\mu\nu} e_{\alpha}^{\mu} e_{\beta\gamma}^{\nu} + \bar{a}_{\alpha\beta} \psi_{\gamma} \\ \frac{\partial \bar{b}_{\alpha\beta}}{\partial \bar{x}_\gamma} &= \dots \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

⁵⁾ l.c. 2) 240.

wo

$$e_{\alpha\beta}^{\mu} = \frac{\partial^2 x_{\mu}}{\partial \bar{x}_{\alpha} \partial \bar{x}_{\beta}} \text{ und } \psi_{\alpha} = \frac{\partial \log \tau}{\partial \bar{x}_{\alpha}}. \quad (13)$$

Wir bilden jetzt⁶⁾

$$A_{r,ik} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial a_{ri}}{\partial x_k} + \frac{\partial a_{rk}}{\partial x_i} - \frac{\partial a_{ik}}{\partial x_r} \right) \text{ und } B_{r,ik} = \dots, \quad (14)$$

$$A_{ik}^s = a^{rs} A_{r,ik} \text{ und } B_{ik}^s = \dots, \quad (15)$$

$$C_{ik}^s = A_{ik}^s - B_{ik}^s \quad (16)$$

mit den Transformationsformeln

$$\left. \begin{aligned} \bar{A}_{\alpha,\beta\gamma} &= \tau A_{\lambda,\mu\nu} e_{\beta}^{\lambda} e_{\gamma}^{\mu} e_{\gamma}^{\nu} + \tau e_{\alpha}^{\mu} e_{\beta\gamma}^{\nu} + \frac{1}{2} (\bar{a}_{\alpha\beta} \psi_{\gamma} + \bar{a}_{\alpha\gamma} \psi_{\beta} - \bar{a}_{\beta\gamma} \psi_{\alpha}) \\ \bar{B}_{\alpha,\beta\gamma} &= \dots \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{A}_{\beta\gamma}^{\nu} e_{\nu}^{\varepsilon} &= A_{\mu\nu}^{\varepsilon} e_{\beta}^{\mu} e_{\gamma}^{\nu} + e_{\beta\gamma}^{\varepsilon} + \frac{1}{2} (e_{\beta}^{\varepsilon} \psi_{\gamma} + e_{\gamma}^{\varepsilon} \psi_{\beta} - \bar{a}^{\mu\nu} \bar{a}_{\beta\gamma} e_{\nu}^{\varepsilon} \psi_{\mu}) \\ \bar{B}_{\beta\gamma}^{\nu} e_{\nu}^{\varepsilon} &= \dots \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

$$\bar{C}_{\beta\gamma}^{\nu} e_{\nu}^{\varepsilon} = C_{\mu\nu}^{\varepsilon} e_{\beta}^{\mu} e_{\gamma}^{\nu} - \frac{1}{2} (\bar{a}^{\mu\nu} \bar{a}_{\beta\gamma} - \bar{b}^{\mu\nu} \bar{b}_{\beta\gamma}) e_{\nu}^{\varepsilon} \psi_{\mu} \quad (19)$$

oder

$$\bar{C}_{\beta\gamma}^{\alpha} = C_{\mu\nu}^{\varepsilon} \bar{e}_{\varepsilon}^{\alpha} e_{\beta}^{\mu} e_{\gamma}^{\nu} - \frac{1}{2} (\bar{a}^{\mu\alpha} \bar{a}_{\beta\gamma} - \bar{b}^{\mu\alpha} \bar{b}_{\beta\gamma}) \psi_{\mu} \quad (20)$$

Ueberschiebung mit $\bar{a}^{\beta\gamma}$ und $\bar{b}^{\beta\gamma}$ ergibt

$$\left. \begin{aligned} \bar{a}^{\beta\gamma} \bar{C}_{\beta\gamma}^{\alpha} &= \frac{1}{\tau} a^{\mu\nu} C_{\mu\nu}^{\varepsilon} \bar{e}_{\varepsilon}^{\alpha} - \frac{1}{2} (n \bar{a}^{\mu\alpha} - \bar{a}^{\beta\gamma} \bar{b}_{\beta\gamma} \bar{b}^{\mu\alpha}) \psi_{\mu} \\ \bar{b}^{\beta\gamma} \bar{C}_{\beta\gamma}^{\alpha} &= \frac{1}{\tau} b^{\mu\nu} C_{\mu\nu}^{\varepsilon} \bar{e}_{\varepsilon}^{\alpha} - \frac{1}{2} (\bar{b}^{\beta\gamma} \bar{a}_{\beta\gamma} \bar{a}^{\mu\alpha} - n \bar{b}^{\mu\alpha}) \psi_{\mu} \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Weitere Ueberschiebung mit $\bar{a}_{\alpha\delta}$ gibt

$$\left. \begin{aligned} \bar{c}_{\delta} &= c_{\lambda} e_{\delta}^{\lambda} - \frac{1}{2} n \psi_{\delta} + \frac{1}{2} \alpha \bar{a}_{\alpha\delta} \bar{b}^{\mu\alpha} \psi_{\mu} \\ \bar{d}_{\delta} &= d_{\lambda} e_{\delta}^{\lambda} - \frac{1}{2} \beta \psi_{\delta} + \frac{1}{2} n \bar{a}_{\alpha\delta} \bar{b}^{\mu\alpha} \psi_{\mu} \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

mit

$$c_{\lambda} = a_{\varepsilon\lambda} a^{\mu\nu} C_{\mu\nu}^{\varepsilon} \text{ und } d_{\lambda} = a_{\varepsilon\lambda} b^{\mu\nu} C_{\mu\nu}^{\varepsilon} \quad (23)$$

$$\alpha = a^{\beta\gamma} b_{\beta\gamma} \text{ und } \beta = b^{\beta\gamma} a_{\beta\gamma} \quad (24)$$

Jetzt lösen wir ψ_{δ} aus (22), indem wir resp. mit n und α multiplizieren und subtrahieren:

$$\psi_{\delta} = \bar{\Gamma}_{\delta} - \Gamma_{\delta} e_{\delta}^{\lambda}, \quad (25)$$

⁶⁾ R. WEITZENBÖCK, Invariantentheorie, Groningen (1923), XIII § 20.

wo

$$\Gamma_{\lambda} = 2 \cdot \frac{n c_{\lambda} - a d_{\lambda}}{\alpha \beta - n^2} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (26)$$

Wegen (18a) ist

$$e_{\beta\gamma}^{\varepsilon} = \bar{\Gamma}_{\beta\gamma}^{\alpha} e_{\alpha}^{\varepsilon} - \Gamma_{\mu\nu}^{\varepsilon} e_{\beta}^{\mu} e_{\gamma}^{\nu} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (27)$$

mit

$$\Gamma_{\mu\nu}^{\varepsilon} = A_{\mu\nu}^{\varepsilon} - \frac{1}{2} (\Gamma_{\mu}^{\varepsilon} \delta_{\nu}^{\varepsilon} + \Gamma_{\nu}^{\varepsilon} \delta_{\mu}^{\varepsilon} - a^{\lambda\varepsilon} a_{\mu\nu} \Gamma_{\lambda}^{\varepsilon}) \cdot \cdot \cdot \cdot (28)$$

Mittels (25) und (27) sind wir jetzt imstande kovariante Ableitungen zu bilden. Substitution in (12b) oder (20) liefert folgenden

Reduktionssatz: Konforme Differentialinvarianten 1. Ordnung von $a_{\alpha\beta}$ und $b_{\alpha\beta}$ sind affine Invarianten von $a_{\alpha\beta}$, $b_{\alpha\beta}$ und den kovarianten Ableitungen

$$b_{\alpha\beta(\gamma)} = \frac{\partial b_{\alpha\beta}}{\partial x_{\gamma}} - \Gamma_{\alpha\gamma}^{\lambda} b_{\lambda\beta} - \Gamma_{\beta\gamma}^{\lambda} b_{\lambda\alpha} - \Gamma_{\gamma}^{\lambda} b_{\alpha\beta} \cdot \cdot \cdot \cdot (29)$$

oder von $a_{\alpha\beta}$, $b_{\alpha\beta}$ und

$$D_{\beta\gamma}^{\alpha} = C_{\beta\gamma}^{\alpha} + \frac{1}{2} (a^{\mu\alpha} a_{\beta\gamma} - b^{\mu\alpha} b_{\beta\gamma}) \Gamma_{\mu}^{\alpha} \cdot \cdot \cdot \cdot (30)$$

Zwischen den $\frac{1}{2} n^2 (n+1)$ Komponenten von $b_{\alpha\beta(\gamma)}$ oder $D_{\beta\gamma}^{\alpha}$ bestehen natürlich n Relationen, welche man ohne Mühe bestimmen kann.

Verjüngung von (30) gibt den Vektor

$$v_{\gamma} = D_{\alpha\gamma}^{\alpha} = C_{\alpha\gamma}^{\alpha} = \frac{\partial}{\partial x_{\gamma}} \left(l \sqrt{\frac{a}{b}} \right) \cdot \cdot \cdot \cdot (31)$$

welchen man auch unmittelbar finden kann.

Zur Bestimmung der Differentialinvarianten 2. Ordnung differenziere man (25), (27) und (29) oder (30) und eliminiere

$$\frac{\partial^2 \log \tau}{\partial \bar{x}_{\lambda} \partial \bar{x}_{\mu}} \text{ und } \frac{\partial^3 x_{\lambda}}{\partial \bar{x}_{\mu} \partial \bar{x}_{\nu} \partial \bar{x}_{\kappa}}.$$

Man findet den

Reduktionssatz: Konforme Differentialinvarianten 2. Ordnung von $a_{\alpha\beta}$ und $b_{\alpha\beta}$ sind affine Invarianten von $a_{\alpha\beta}$, $b_{\alpha\beta}$,

$$\Gamma_{\mu\lambda} = \frac{\partial \Gamma_{\lambda}}{\partial x_{\mu}} - \frac{\partial \Gamma_{\mu}}{\partial x_{\lambda}}, \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (32)$$

dem Krümmungstensor

$$R_{klm}^i = \frac{\partial \Gamma_{km}^i}{\partial x_l} - \frac{\partial \Gamma_{kl}^i}{\partial x_m} + \Gamma_{il}^i \Gamma_{km}^{\lambda} - \Gamma_{ml}^i \Gamma_{kl}^{\lambda} \cdot \cdot \cdot \cdot (33)$$

und den kovarianten Ableitungen 1. und 2. Ordnung von $b_{\alpha\beta}$ oder $D_{\beta\gamma}^\alpha$ und den kovarianten Ableitungen 1. Ordnung von $D_{\beta\gamma}^\alpha$.

§ 3. Der kovariante symmetrische Tensor 4. Stufe im binären Gebiet (allgemeiner Fall).

Die Transformationsformeln dieses Tensors lauten

$$\bar{g}_{\alpha\beta\gamma\delta} = \sigma g_{\lambda\mu\nu} e_\alpha^\lambda e_\beta^\mu e_\gamma^\nu e_\delta^\sigma. \quad (34)$$

Die quadratische Formen φ , ψ und χ sind vom Grade $\frac{1}{2}$ in $g_{\alpha\beta\gamma\delta}$, also ist $\sigma = \tau^2$. Sie sind konjugiert, zwischen den Komponenten a_{ik} und b_{ik} von φ und ψ besteht die Relation

$$a^{ik} b_{ik} = 0 \text{ oder } a_{ik} b^{ik} = 0. \quad (35)$$

Für (26) findet man wegen $\alpha = 0$

$$\Gamma_\lambda = -c_\lambda, \quad (36)$$

was man auch unmittelbar aus (22) ablesen kann.

Jetzt wenden wir den ersten Reduktionssatz von § 2 an. Zwischen den 6 Komponenten von $b_{\alpha\beta(\gamma)}$ oder $D_{\beta\gamma}^\alpha$ bestehen, ausser den 2 schon erwähnten Relationen

$$a^{\beta\gamma} D_{\beta\gamma}^\alpha = 0, \quad (37)$$

zwei weitere Relationen vermöge (35), nämlich

$$a^{\alpha\lambda} b_{\alpha\mu} D_{\lambda i}^\mu = 0. \quad (38)$$

Es bleiben also nur 2 unabhängige Komponenten übrig. Der Vektor v_γ von (31) hat grade 2 solche Komponenten.

Die konformen Differentialinvarianten 1. Ordnung von $g_{\alpha\beta\gamma\delta}$ sind also affine Invarianten von $g_{\alpha\beta\gamma\delta}$ und v_γ .

Eine kleinste algebraische Basis von Differentialinvarianten 1. Ordnung wird gebildet von⁷⁾

$$I_1 = a^{ik} v_i v_k \text{ und } I_2 = b^{ik} v_i v_k. \quad (39)$$

oder von⁸⁾

$$i_1 = \frac{1}{\sqrt[4]{g_4}} \frac{\partial}{\partial x_2} l \sqrt{\frac{g_0 g_4}{g_2^2}} \text{ und } i_2 = \frac{1}{\sqrt[4]{g_0}} \frac{\partial}{\partial x_1} l \sqrt[4]{\frac{g_0 g_4}{g_2^2}}, \quad (40)$$

⁷⁾ l.c. ²⁾ 241.

⁸⁾ l.c. ²⁾ 242.

wenn man f in der kanonischen Form VII⁹⁾

$$f = g_0 dx_1^4 + 6g_2 dx_1^2 dx_2^2 + g_4 dx_2^4 \quad . \quad . \quad . \quad (41)$$

voraussetzt.

Unter der gleichen Voraussetzung berechnen wir die Differentialinvarianten 2. Ordnung mittels des zweiten Reduktionssatzes von § 2. Man findet aus (32) und (33)

$$K_1 = a^{12} \Gamma_{12} = \frac{1}{\sqrt{g_2}} \frac{\partial^2 l \sqrt{\frac{g_0}{g_4}}}{\partial x_1 \partial x_2} \quad . \quad . \quad . \quad (42)$$

und

$$K_2 = \frac{1}{2} a^{ik} R_{ilk}^l = \frac{1}{\sqrt{g_2}} \frac{\partial^2 l \sqrt{\frac{g_4}{g_2}}}{\partial x_1 \partial x_2}, \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

während die kovarianten Ableitungen $\nu_{i(k)}$ 3 weitere Invarianten liefern. Eine dieser, nämlich $\frac{1}{2} a^{ik} \nu_{l(k)}$, ist aber mit $K_1 + 2K_2$ identisch. Man findet also 4 unabhängige Differentialinvarianten 2. Ordnung.

Dies stimmt mit folgender Rechnung: Die zweiten Ableitungen von $g_{\alpha\beta\gamma\delta}$ haben im allgemeinen 15 Komponenten; zur Bestimmung der Differentialinvarianten 2. Ordnung mussten 3 Grössen $\frac{\partial^2 \log \tau}{\partial x_\lambda \partial x_\mu}$ und 8 Grössen $\frac{\partial^3 x_\lambda}{\partial \bar{x}_\mu \partial \bar{x}_\nu \partial \bar{x}_\kappa}$ eliminiert werden. Man erwartet also tatsächlich $15 - 8 - 3 = 4$ Differentialinvarianten 2. Ordnung.

§ 4. *Konforme Differentialinvarianten von n kovarianten Vektoren in n Veränderlichen.*

Die Rechnung verläuft ganz analog der Bestimmung der Differentialinvarianten eines Systems von n relativen kovarianten Vektoren¹⁰⁾ und wird daher nur kurz angedeutet.

Die Transformationsformeln lauten

$${}_h \bar{a}_\alpha = \varrho {}_h a_\lambda e_\alpha^\lambda \quad (h=1, \dots, n) \quad . \quad . \quad (44)$$

Zur Bestimmung der Differentialinvarianten 1. Ordnung differenziere man (44):

$$\frac{\partial {}_h \bar{a}_\alpha}{\partial \bar{x}_\beta} = \varrho \frac{\partial {}_h a_\lambda}{\partial x_\mu} e_\alpha^\lambda e_\beta^\mu + \varrho {}_h a_\lambda e_{\alpha\beta}^\lambda + {}_h \bar{a}_\alpha \varphi_{\beta\lambda} \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$

⁹⁾ M. PINL, Quasimetrik auf totalisotropen Flächen II, Proc. Royal Acad. Amsterdam, **36**, 551 (1933).

¹⁰⁾ G. F. C. GRISS, Die Differentialinvarianten eines Systems von n relativen kovarianten Vektoren in R_n , Proc. Royal Acad. Amsterdam, **37**, 82—87 (1934).

§ 5. *Der kovariante symmetrische Tensor 4. Stufe im binären Gebiet (Spezialfälle).*

Wir unterscheiden jetzt wieder, anschliessend an die von Herrn PINL erwähnten Typen, dieselben Spezialfälle ¹¹⁾, welche von 2 bis 5 numeriert sind.

2. Wenn eine (und nur eine) der Wurzeln von (5) Null ist, z.B. $k_3 = 0$, so ist $\theta_2 = 0$ und $\theta_1 \neq 0$. Es gibt wieder zwei quadratische Formen mit nicht-verschwindender Diskriminante, so dass man die Resultate von § 2 wieder anwenden kann.

Man findet, dass es keine Differentialinvarianten 1. Ordnung und eine Differentialinvariante 2. Ordnung gibt. Wenn man den gegebenen Tensor in der Form

$$f = g_0 dx_1^4 + g_4 dx_2^4 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (56)$$

voraussetzt, ist die Invariante 2. Ordnung

$$K_1 = \frac{\partial^2 l g_0}{\partial x_1 \partial x_2}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (57)$$

also dieselbe wie in § 3 (42).

3. Wenn $\theta_3 = 0$, gibt es nur eine quadratische Form mit nichtverschwindender Diskriminante, die andere ist ein Quadrat. Man hat also

$$\varphi = a_{ik} dx^i dx^k \text{ und } \sqrt{\psi} = b_i dx^i \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

mit der Relation

$$(ab)^2 = a_{11} b_2^2 - 2 a_{12} b_1 b_2 + a_{22} b_1^2 = 0. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (59)$$

Die Relation sagt aus, dass a_{ik} in zwei Vektoren zerlegbar ist, deren einer b_i ist. Wir können also $a_{ik} = \frac{1}{2} (b_i c_k + c_i b_k)$ setzen und haben nunmehr die Differentialinvarianten von b_i und c_i zu bestimmen mit den Transformationsformeln

$$\bar{b}_\alpha = \varrho b_\lambda e_\alpha^\lambda \text{ und } \bar{c}_\alpha = \varrho c_\lambda e_\alpha^\lambda \quad (\varrho = \sigma^{\frac{1}{2}}). \quad . \quad . \quad . \quad (60)$$

Hier wenden wir das Resultat von § 4 an. Differentialinvarianten 1. Ordnung gibt es nicht, weil ${}_h q_{\lambda, \mu} = 0$. Unter Voraussetzung der Normalform

$$f = g_0 dx_1^4 + 6 g_2 dx_1^2 dx_2^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (61)$$

ist die einzige Differentialinvariante 2. Ordnung

$$I = \frac{\partial^2}{\partial x_1 \partial x_2} \left(l \frac{g_0}{g_2} \right). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (62)$$

¹¹⁾ 1.c. ⁹⁾.

4. Die gegebene Differentialform ist für $\psi \equiv 0$ ein Quadrat. Es gelten also die bekannten Entwicklungen bei der quadratischen Differentialform. Weil der WEYLSche Tensor im binären Gebiet verschwindet, gibt es keine Differentialinvarianten.

5. Wenn $\theta_1 = 0$ und $\theta_2 = 0$, ist H ein Biquadrat. Setzen wir

$$-8H = (b_1 dx_1 + b_2 dx_2)^2, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (63)$$

so ist

$$f = (a_1 dx_1 + a_2 dx_2)(b_1 dx_1 + b_2 dx_2)^3. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (64)$$

Die Transformationsformeln für die relativen Vektoren a_i und b_i sind

$$\left. \begin{aligned} \bar{a}_\alpha &= \Delta^r \tau^{-1} a_\mu e_\alpha^\mu \\ \bar{b}_\alpha &= \Delta^{-r-1} \tau b_\mu e_\alpha^\mu \end{aligned} \right\} \quad (r = -\frac{3}{2}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (65)$$

Man könnte jetzt die konformen Differentialinvarianten von n relativen Vektoren im n -ären Gebiet

$${}_h \bar{a}_\alpha = \Delta^{r_h} \tau^{s_h} {}_h a_\mu e_\alpha^\mu \quad (h = 1, \dots, n) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (66)$$

bestimmen und das Resultat auf unser Problem anwenden, also $n = 2$ setzen, aber grade für $n = 2$ gibt es keine Differentialinvarianten.

Mathematics. — *Casts of points, rays and planes.* By J. A. BARRAU.
(Communicated by Prof. W. VAN DER WOUDE).

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

§ 1. In $(n-1)$ -dimensional space S_{n-1} a *cast* (Dutch: *worp*)

$$[A_1; A_2; A_3; \dots; A_n; A_{n+1}; A_{n+2}]$$

is formed by $(n+2)$ points, no n of which belong to a S_{n-2} , and which are taken in a given order.

A cast is numerically defined by the set of homogeneous coordinates

$$\{a_1; a_2; a_3; \dots; a_n\}$$

of the last point A_{n+2} with regard to a system where the first n points, in the given order, are fundamental points and the last point but one, A_{n+1} , is unit-point.

It is clear that casts are invariant under the projective group.

§ 2. In S_n a number of $(n+2)$ rays α through one point A , no n of which belong to a S_{n-1} , intersect any S_{n-1} not containing A , in

As all the C_n in S_n are projective, inversely these curves have the property that $(n+2)$ fixed points of the curve are projected from any point of the curve by rays forming a constant cast.

Another consequence is that in S_n the "fully twisted" C_n containing $(n+2)$ fixed points form a *linear* system of dimension $(n-1)$.

§ 3. In S_n a number of $(n+1)$ planes π through one line 1, no $(n-1)$ of which belong to a S_{n-1} , intersect any S_{n-2} having no point in common with 1, in $(n+1)$ points, which form a cast.

As all these casts are the same, it may be taken as the cast of the $(n+1)$ planes:

$$[\pi_1; \pi_2; \dots; \pi_{n+1}] \equiv \{a_1; a_2; \dots; a_{n-1}\}.$$

The system of lines p in S_n , from which $(n+1)$ given points (not belonging to a S_{n-1}) are projected by planes forming a given cast, is a V_{n-1}^{n-1} of dimension n and of degree $(n-1)$.

We take the $(n+1)$ given points A_1, \dots, A_{n+1} as fundamental points and first find the lines p passing through an arbitrary point E , taking that as unit-point.

Lines through E intersect the fundamental S_{n-1}

$$x_{n+1} = 0$$

in points P ; if E' is the point of intersection of EA_{n+1} , then EP will be a line p if, and only if, the cast

$$[PA_1; PA_2; \dots; PA_n; PE']$$

is the prescribed one. Hence the locus of P is a normal C_{n-1} and the degree of V is $(n-1)$.

The dimension of V is n , for the ∞^n points of S_n belong generally to ∞^1 lines p each, but each line contains ∞^1 points.

The two-dimensional p -cones belonging to the points of a line passing through a fundamental point, have the same directrix-curve in the fundamental S_{n-1} opposite to that fundamental point.

For $n=3$ the V_2^2 is the well-known tetrahedral complex.

For $n=4$ we have a system V_4^3 of ∞^4 lines.

The two-dimensional cone of lines through an arbitrary point is of degree 3, i. e. it is intersected in three points by a general plane.

The number of lines of the system in an arbitrary plane, which number we may call the "class" of the system, is equally 3.

For be the plane (without loss of generality)

$$u = ax + by + cz, \quad v = x + y + z$$

and the line in it

$$\lambda x + \mu y + \nu z = 0,$$

then, calling U' and V' the projections, from that line, of U and V on the fundamental plane XYZ , we must have

$$[X; Y; Z; U'; V'] = \{\alpha; \beta; \gamma\}.$$

the prescribed cast.

As

$$U' = \{\mu - \nu; \nu - \lambda; \lambda - \mu; 0; 0\}$$

$$V' = \{c\mu - b\nu; a\nu - c\lambda; b\lambda - a\mu; 0; 0\}$$

we must have

$$\begin{vmatrix} c\mu - b\nu & a\nu - c\lambda & b\lambda - a\mu \\ \alpha(\mu - \nu) & \beta(\nu - \lambda) & \gamma(\lambda - \mu) \end{vmatrix} = 0,$$

which gives three solutions for $\{\lambda; \mu; \nu\}$.

We see that the lines of the V_4^3 , belonging to a general S_3 , in that S_3 form a congruence of degree and class 3.

§ 4. By the $(n+3)!$ permutations of $(n+3)$ points in S_n their casts take, for $n > 1$, in general $(n+3)!$ values:

$$\{\alpha\} = F(a_1, a_2, \dots, a_{n+1}).$$

These $(n+3)!$ transformations form a group $G_{(n+3)!}$; the functions F are of five types:

1. A permutation only affecting the first $(n+1)$ points causes the corresponding permutation of the a .

2. By the permutation of the last two points every a_i is changed into its inverse:

$$[A_1; A_2; \dots; A_{n+1}; A_{n+3}; A_{n+2}] = \left\langle \frac{1}{a_1}; \frac{1}{a_2}; \dots; \frac{1}{a_{n+1}} \right\rangle.$$

3. Transposition of an $A_i (i < n+1)$ with the last A but one, e. g. $(A_1 A_{n+2})$, has the effect

$$\{\alpha\} = \{a_1; a_1 - a_2; \dots; a_1 - a_{n+1}\}.$$

4. Transposition of a A_i (e. g. A_1) with the last A gives

$$\{\alpha\} = \left\langle 1; \frac{a_2}{a_2 - a_1}; \frac{a_3}{a_3 - a_1}; \dots; \frac{a_{n+1}}{a_{n+1} - a_1} \right\rangle.$$

5. Combination of 3 and 4, $i \neq j$, e. g. $i=1, j=2$, has the effect:

$$\{\alpha\} = \left\langle \frac{a_1}{a_2}; 1; \frac{a_1 - a_3}{a_2 - a_3}; \dots; \frac{a_1 - a_{n+1}}{a_2 - a_{n+1}} \right\rangle.$$

All these transformations are rational; they are also birational, as the inverse transformation belongs to the inverse permutation.

The degree of the transformations is 1 for the types 1 and 3, $(n+2)!$ in number; it is n for the others, hence:

For $n > 1$ the transformations of the casts of $(n+3)$ points in S_n form a group $G_{(n+3)!}$ of $(n+2)!$ collineations and $(n+2) \cdot (n+2)!$ birational transformations of degree n .

§ 5. Taking the $\{\alpha\}$ as points in S_n , we see that the $G_{(n+3)!}$ arranges these points in sets of $(n+3)!$, thus creating an involution of degree $(n+3)!$

Singular points of this involution are those from which the indeterminate set

$$\{a\}_0 \equiv \{0; 0; 0; \dots; 0\}$$

can be derived; they satisfy

$$\text{either } a_i = 0, \text{ or } a_i = a_j.$$

Coinciding points are those, invariant for a subgroup (other than mere identity) of the $G_{(n+3)!}$

For $n=1$ all the points are quadruple points and the group G reduces to the well-known G_6 of anharmonic ratios.

We shall give the coinciding points for the case $n=2$, thus describing in the plane point-sets analogous with harmonic and equi-anharmonic point-sets in the line. Let A, B, C be the (real) fundamental points, D the (real) unit-point and

$$E \equiv \{x; y; z\},$$

which makes

$$[A; B; C; D; E] = \{x; y; z\}.$$

There are 3 lines and 12 conics of double points, viz.

- | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 1. $x = y + z$ (AD) (BC) | 4. $x^2 = yz$ (BC) (DE) | |
| 2. $y = x + z$ (BD) (AC) | 5. $y^2 = xz$ (AC) (DE) | |
| 3. $z = x + y$ (CD) (AB) | 6. $z^2 = xy$ (AB) (DE) | |
| 7. $yz = xy + xz$ (AE) (BC) | 8. $xz = xy + yz$ (BE) (AC) | 9. $xy = xz + yz$ (CE) (AB) |
| 10. $yz - 2xy + x^2 = 0$ (BE) (CD) | 11. $yz - 2xz + x^2 = 0$ (CE) (BD) | |
| 12. $xz - 2yz + y^2 = 0$ (AD) (CE) | 13. $xz - 2xy + y^2 = 0$ (AE) (CD) | |
| 14. $xy - 2xz + z^2 = 0$ (AE) (BD) | 15. $xy - 2yz + z^2 = 0$ (AD) (BE) | |

The substitution for which the cast $[A; B; C; D; E]$ is invariant is given with each number.

There are 30 *quadruple points*, which lie in pairs on these lines and conics, viz.

1. $\{ 1+i; 1; i \}$ and $\{ 1+i; i; 1 \}$ (CABD)
2. $\{ i; 1+i; 1 \}$ and $\{ 1; 1+i; i \}$ (ABCD)
3. $\{ 1; i; 1+i \}$ and $\{ i; 1; 1+i \}$ (BCAD)
4. $\{ i; 1; -1 \}$ and $\{ i; -1; 1 \}$ (BDCE)
5. $\{ -1; i; 1 \}$ and $\{ 1; i; -1 \}$ (CDAE)
6. $\{ 1; -1; i \}$ and $\{ -1; 1; i \}$ (ADBE)
7. $\{ 1; 1+i; 1-i \}$ and $\{ 1; 1-i; 1+i \}$ (CABE)
8. $\{ 1-i; 1; 1+i \}$ and $\{ 1+i; 1; 1-i \}$ (ABCE)
9. $\{ 1+i; 1-i; 1 \}$ and $\{ 1-i; 1+i; 1 \}$ (BCAE)
10. $\{ 1+i; 1; 2 \}$ and $\{ 1-i; 1; 2 \}$ (BDEC)
11. $\{ 1+i; 2; 1 \}$ and $\{ 1-i; 2; 1 \}$ (CDEB)
12. $\{ 2; 1+i; 1 \}$ and $\{ 2; 1-i; 1 \}$ (CDEA)
13. $\{ 1; 1+i; 2 \}$ and $\{ 1; 1-i; 2 \}$ (ADEC)
14. $\{ 1; 2; 1+i \}$ and $\{ 1; 2; 1-i \}$ (ADEB)
15. $\{ 2; 1; 1+i \}$ and $\{ 2; 1; 1-i \}$ (BDEA)

A generating substitution of the cycle of four, for which $[A; B; C; D; E]$ is invariant, is given with each number. The cycle of course contains the substitution for which the whole conic is invariant and is determined by it.

There are 20 *sextuple points*, which lie in pairs on 3 of the double lines and conics; they are, when $\varepsilon = -\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{-3}$,

- 4, 5, 6 $\{ 1; \varepsilon; \varepsilon^2 \}$ and $\{ 1; \varepsilon^2; \varepsilon \}$ (ABC), (AB) (DE)
- 1, 4, 7 $\{ 1; -\varepsilon; -\varepsilon^2 \}$ and $\{ 1; -\varepsilon^2; -\varepsilon \}$ (ADE), (BC) (AD)
- 2, 5, 8 $\{ 1; -\varepsilon^2; \varepsilon \}$ and $\{ 1; -\varepsilon; \varepsilon^2 \}$ (BDE), (AC) (BD)
- 3, 6, 9 $\{ 1; \varepsilon; -\varepsilon^2 \}$ and $\{ 1; \varepsilon^2; -\varepsilon \}$ (CDE), (AB) (CD)
- 1, 12, 15 $\{ 1-\varepsilon; 1; -\varepsilon \}$ and $\{ 1-\varepsilon^2; 1; -\varepsilon^2 \}$ (BCE), (BC) (AD)
- 2, 11, 14 $\{ 1; 1-\varepsilon; -\varepsilon \}$ and $\{ 1; 1-\varepsilon^2; -\varepsilon^2 \}$ (ACE), (AC) (BD)
- 3, 10, 13 $\{ 1; -\varepsilon; 1-\varepsilon \}$ and $\{ 1; -\varepsilon^2; 1-\varepsilon^2 \}$ (ABE), (AB) (CD)
- 7, 13, 14 $\{ 1; 1-\varepsilon; 1-\varepsilon^2 \}$ and $\{ 1; 1-\varepsilon^2; 1-\varepsilon \}$ (BCD), (BC) (AE)
- 8, 10, 15 $\{ 1-\varepsilon; 1; 1-\varepsilon^2 \}$ and $\{ 1-\varepsilon^2; 1; 1-\varepsilon \}$ (ACD), (AC) (BE)
- 9, 12, 11 $\{ 1-\varepsilon; 1-\varepsilon^2; 1 \}$ and $\{ 1-\varepsilon^2; 1-\varepsilon; 1 \}$ (ABD), (AB) (CE)

Two generating substitutions of the group of six, for which $[A; B; C; D; E]$ is invariant, are given with each pair; so e.g.

$$(ABC), (AB) (DE)$$

gives rise to the permutations:

$ABCDE, CABDE, BCADE, BACED, CBAED, ACBED.$

Each double conic (or line) contains 4 sextuple points.

There are 12 *decuple points*, which lie in pairs on 5 of the double lines and conics, viz.

1, 5, 9, 10, 14 $\{\sqrt{5}+1; 2; \sqrt{5}-1\}$ and $\{\sqrt{5}-1; -2; \sqrt{5}+1\}$
 $(ABCDE), (AD)(BC)$

1, 6, 8, 11, 13 $\{\sqrt{5}+1; \sqrt{5}-1; 2\}$ and $\{\sqrt{5}-1; \sqrt{5}+1; -2\}$
 $(ACBDE), (AD)(BC)$

2, 4, 9, 13, 15 $\{2; \sqrt{5}+1; \sqrt{5}-1\}$ and $\{-2; \sqrt{5}-1; \sqrt{5}+1\}$
 $(BACDE), (BD)(AC)$

2, 6, 7, 10, 12 $\{\sqrt{5}-1; \sqrt{5}+1; 2\}$ and $\{\sqrt{5}+1; \sqrt{5}-1; -2\}$
 $(BCADE), (BD)(AC)$

3, 4, 8, 12, 14 $\{2; \sqrt{5}-1; \sqrt{5}+1\}$ and $\{-2; \sqrt{5}+1; \sqrt{5}-1\}$
 $(CABDE), (AB)(CD)$

3, 5, 7, 11, 15 $\{\sqrt{5}-1; 2; \sqrt{5}+1\}$ and $\{\sqrt{5}+1; -2; \sqrt{5}-1\}$
 $(CBADE), (AB)(CD).$

Two generating substitutions of the group of ten, for which $[A; B; C; D; E]$ is invariant, are given with each pair, so e.g.

$(ABCDE), (AD)(BC)$

gives rise to the permutations

$ABCDE, BCDEA, CDEAB, DEABC, EABCD,$
 $DCBAE, CBAED, BAEDC, AEDCB, EDCBA.$

Each double conic (or line) contains 4 decuple points.

The 12 decuple points are *real*, and can be easily constructed, preserving projective generality, by taking A, B, C , in the vertices, D in the centre of a regular triangle. The lines 1, 2, 3, join the middle points resp. of AB and AC , BA and BC , CA and CB , the conics 4, 5, 6, are circles touching resp. AB and AC in B and C , BA and BC in A and C , CA and CB in A and B .

The 12 decuple points are the points of intersection of 1 with 5 and 6, 2 with 4 and 6, 3 with 4 and 5. Any of these points forms with A, B, C, D a set of five points, which is in ten ways, including identity, projective with itself.

Meteorology. — *Meteorologisches zu den 3 holländischen Karakorum-Expeditionen.* III. Von W. BLEEKER. (Communicated by Prof. E. VAN EVERDINGEN.)

(Communicated at the meeting of May 23, 1936).

VII. *Einige Bemerkungen über die Vergletscherung.*

Wegen des Fehlens von Beobachtungen aus dem Herbst, Winter und Frühling und mangels Messungen der Niederschlagsmengen in genügend grossen Höhen ist es nicht möglich über die Vergletscherung viel Neues zu sagen. Bei den ersten Karakorum-Reisen war man sehr erstaunt über die grosse Vergletscherung. Man hatte erwartet, dass die Randgebirge — speziell der Himalaya — die Luft schon so sehr ihrer Feuchtigkeit beraubt hätten, dass im zentralen Gebiete grosse Trockenheit herrschen müsse. Dass dies aber nicht der Fall ist, zeigen die Wetterbeobachtungen im bereisten Gebiete.

Einerseits ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der Himalaya die ihn überschreitenden Luftmassen noch nicht vollkommen ausgetrocknet hat, andererseits lehrt die Karte, dass das östliche Karakorum-Gebiet bei der von uns bestimmten mittleren Windrichtung nicht im Windschatten der höchsten Teile der Himalaya-Kette liegt. Nicht nur das Indus-tal, sondern auch die niedrigere Gebirgsgegend zwischen Nanga Parbat und Mount Ser gestatten, wie schon gesagt, die Zufuhr ziemlich feuchter Luftmassen, welche erst in den hohen breiten Karakorum-Ketten besonders an den Gipfeln ihren Wassergehalt verlieren. Oberhalb 6000 m wird auch der im Sommer gefallene Schnee nicht mehr schmelzen, sodass dieser schon einen wichtigen Beitrag für die Ernährung der Gletscher liefert. Wie die Verhältnisse in den anderen Jahreszeiten liegen, lässt sich aus den Beobachtungen der VISSER-Expeditionen für das Karakorum-Gebiet nicht beurteilen. Wichtig für den Haushalt der Hunza-Gletscher, welche in trockeneren Gebieten liegen, ist die bedeutend geringere Einstrahlung. Spekulationen über Niederschlagsmengen und die Zeit, in welcher sie fallen, gehören unseres Erachtens nicht in den Rahmen dieser Abhandlung, welche hauptsächlich eine Zusammenfassung der Beobachtungen geben sollte, und hoffentlich von einiger Bedeutung ist für denjenigen, der einmal das überaus interessante Klima von Zentral-Asien beschreiben wird.

Professor Dr. E. VAN EVERDINGEN und Dr. W. VAN BEMMELEN möchte ich für Ihr Interesse, Dr. E. EKHART für die sprachliche Durchsicht dieser Arbeit herzlich danken.

Vergleich der Temperaturwerte der drei Expeditionen (°C.)

Tabelle 1. Juni: Morgen					
	I	II	III(1929)	III(1930)	I und III
3500 m	—	8.8(10)	8.8(17)	5.0(2)	8.4(19)
4000 "	—	4.6(6)	7.7(2)	9.5(1)	8.3(3)
4500 "	—	3.3(4)	1.5(2)	6.4(14)	5.7(16)
5000 "	—	—	—5.0(1)	0.7(7)	0.0(8)
5500 "	—	—	—3.0(1)	—2.7(5)	—2.7(6)
Tabelle 2. Juni: Mittag					
3500 m	—	19.5(9)	15.4(14)	21.0(1)	15.8(15)
4000 "	—	15.9(5)	18.5(1)	8.5(1)	13.5(2)
4500 "	—	13.0(6)	7.2(2)	18.7(6)	15.8(8)
5000 "	—	—	—	7.6(5)	7.6(5)
5500 "	—	—	0.0(1)	1.5(2)	1.0(3)
Tabelle 3. Juni: Abend					
3500 m	—	14.9(8)	12.5(15)	9.0(1)	12.2(16)
4000 "	—	10.8(7)	11.0(3)	8.0(1)	10.2(4)
4500 "	—	9.8(4)	2.5(2)	6.3(14)	5.8(16)
5000 "	—	—	0.3(2)	—0.1(9)	0.0(11)
5500 "	—	—	—	—1.0(5)	—1.0(5)
Tabelle 4. Juni: Tagesmittel					
3500 m	—	14.4	12.2	11.7	12.1
4000 "	—	10.4	12.4	8.7	10.7
4500 "	—	8.7	3.7	10.5	9.1
5000 "	—	—	—	2.7	2.5
5500 "	—	—	—	—0.7	—0.9
Tabelle 5. Juli: Morgen					
3500 m	12.4(9)	9.0(6)	13.6(24)	15.3(10)	13.8(43)
4000 "	13.5(2)	8.4(9)	11.0(1)	16.5(5)	15.1(8)
4500 "	5.4(7)	5.0(5)	9.3(3)	10.9(4)	7.8(14)
5000 "	6.7(6)	—	5.8(3)	8.8(7)	7.5(16)
5500 "	4.3(2)	—	—	—	4.3(2)
6000 "	1.5(2)	—	—	—	1.5(2)
Tabelle 6. Juli: Mittag					
3500 m	22.4(8)	21.9(6)	20.5(21)	23.6(9)	21.9(38)
4000 "	22.5(1)	19.6(8)	—	24.7(3)	24.1(4)
4500 "	10.0(6)	10.8(5)	15.5(1)	22.1(4)	14.9(11)
5000 "	14.3(6)	7.9(2)	10.3(3)	19.0(4)	14.8(13)
5500 "	6.3(4)	5.1(2)	5.5(1)	—	6.1(5)
Tabelle 7. Juli: Abend					
3500 m	20.3(5)	13.8(6)	17.3(22)	13.2(8)	16.8(35)
4000 "	19.0(2)	12.8(9)	21.5(1)	17.9(5)	18.6(8)
4500 "	7.5(7)	8.8(5)	14.0(2)	9.7(3)	9.1(12)
5000 "	8.2(5)	5.7(2)	8.8(5)	8.8(7)	8.8(17)
5500 "	3.1(2)	—	—	8.5(1)	4.9(3)
Tabelle 8. Juli: Tagesmittel					
3500 m	18.4	14.9	17.1	17.4	17.5
4000 "	18.3	13.6	—	19.7	19.3
4500 "	7.6	8.2	12.9	14.2	10.6
5000 "	9.7	—	8.3	12.2	10.4
5500 "	4.6	—	—	—	5.1

Vergleich der Temperaturwerte der drei Expeditionen (°C.)

Tabelle 9. Aug.: Morgen		I	II	III(1929)	I und III
3500 m		19.9(4)	7.6(5)	—	19.9(4)
4000 "		10.5(1)	5.4(9)	—	10.5(1)
4500 "		8.7(2)	—	7.5(4)	7.9(6)
5000 "		6.2(10)	—	4.9(10)	5.6(20)
5500 "		0.6(12)	—	1.2(15)	0.9(27)
6000 "		-6.5(1)	—	—	-6.5(1)
Tabelle 10. Aug.: Mittag					
3500 m		26.6(5)	15.9(5)	—	26.6(5)
4000 "		20.3(2)	10.4(10)	—	20.3(2)
4500 "		18.8(1)	9.6(2)	12.8(3)	14.3(4)
5000 "		15.7(10)	10.9(1)	13.3(8)	14.6(18)
5500 "		6.8(10)	—	11.1(16)	9.4(26)
6000 "		5.6(9)	—	—	5.6(9)
Tabelle 11. Aug.: Abend					
3500 m		20.3(5)	14.5(3)	—	20.3(5)
4000 "		14.9(1)	7.8(10)	—	14.9(1)
4500 "		12.8(2)	—	11.6(5)	11.9(7)
5000 "		9.3(11)	—	8.6(11)	9.0(22)
5500 "		3.1(10)	—	4.8(15)	4.1(25)
6000 "		-0.7(1)	—	—	-0.7(1)
Tabelle 12. Aug.: Tagesmittel					
3500 m		21.5	12.7	—	21.5
4000 "		15.2	7.9	—	15.2
4500 "		13.4	—	10.6	11.4
5000 "		10.4	—	8.9	9.7
5500 "		3.5	—	5.7	4.8
6000 "		-0.5	—	—	-0.5
Tabelle 13. Sept.: Morgen					
3500 m		10.2(15)	0.5(8)	-0.4(9)	—
4000 "		11.3(2)	3.1(7)	-0.3(6)	—
4500 "		—	0.1(2)	—	—
5000 "		4.0(3)	-4.0(1)	-3.6(11)	—
5500 "		0.5(1)	-6.5(2)	-1.9(6)	—
Tabelle 14. Sept.: Mittag					
3500 m		19.3(13)	4.8(8)	13.2(11)	—
4000 "		17.8(2)	6.9(8)	14.3(8)	—
4500 "		—	7.0(1)	7.0(1)	—
5000 "		15.9(2)	—	6.8(12)	—
5500 "		1.8(3)	-3.8(1)	4.9(4)	—
Tabelle 15. Sept.: Abend					
3500 m		14.9(14)	0.3(8)	8.0(12)	—
4000 "		16.7(2)	5.8(8)	8.3(4)	—
4500 "		—	3.9(1)	—	—
5000 "		6.2(3)	—	-0.3(13)	—
5500 "		—	1.0(1)	-4.3(2)	—
Tabelle 16. Sept.: Tagesmittel					
3500 m		14.8	1.9	6.9	—
4000 "		15.3	5.3	7.4	—
4500 "		—	3.7	—	—
5000 "		8.7	—	1.0	—
5500 "		—	-3.4	-0.4	—

Vergleich der Temperaturwerte im Hunza (36.5° N.B., 75° E.L.)
und östlichen Karakorum (35° N.B., 77.5° E.L.) (°C.)

Tabelle 17. Sommer: Morgen			Tabelle 18. Sommer: Mittag		
	Hunza	E.-Kara- korum		Hunza	E.-Kara- korum
3500 m	8.5(21)	12.6(66)	3500 m	19.3(20)	20.6(58)
4000 "	6.3(24)	13.0(12)	4000 "	14.8(23)	20.5(8)
4500 "	4.5(9)	6.9(36)	4500 "	11.7(13)	15.1(23)
5000 "	—	5.2(44)	5000 "	8.9(3)	13.7(36)
5500 "	—	0.5(35)	5500 "	—	9.6(29)
Tabelle 19. Sommer: Abend			Tabelle 20. Sommer: Tagesm.		
	Hunza	E.-Kara- korum		Hunza	E.-Kara- korum
3500 m	14.5(17)	15.8(56)	3500 m	14.1	16.3
4000 "	10.3(26)	15.8(13)	4000 "	10.5	16.4
4500 "	9.2(9)	8.2(35)	4500 "	8.5	10.1
5000 "	—	6.9(50)	5000 "	—	8.6
5500 "	—	3.4(33)	5500 "	—	4.5

Täglicher Gang

Tabelle 21. Juni; Temperatur (3 Expeditionen) (°C)				
	Morgen	Mittag	Abend	Mittel
3500 m	8.5(29)	17.2(24)	13.1(24)	12.9
4000 "	5.8(9)	15.2(7)	10.6(11)	10.5
4500 "	5.3(20)	14.6(14)	6.6(20)	8.8
5000 "	0.0(8)	7.6(5)	—0.1(11)	2.5
5500 "	—2.8(6)	1.0(3)	—1.0(5)	—0.9
Tabelle 22. Juli:				
3500 m	13.2(49)	21.6(44)	17.6(38)	17.5
4000 "	11.5(17)	21.1(12)	15.5(17)	16.0
4500 "	7.1(19)	13.6(16)	9.0(17)	9.9
5000 "	7.4(16)	13.9(15)	8.3(19)	9.9
5500 "	4.3(2)	5.8(7)	4.5(3)	4.9
6000 "	—1.5(2)	—	—	—
Tabelle 23. August:				
3500 m	13.1(9)	21.2(10)	13.9(10)	16.1
4000 "	8.1(11)	12.0(12)	8.5(11)	9.5
4500 "	7.9(6)	12.8(6)	11.9(7)	10.9
5000 "	5.5(20)	14.4(19)	9.0(22)	9.6
5500 "	0.9(27)	8.2(30)	4.1(25)	4.4
6000 "	—6.5(1)	5.5(9)	—0.7(1)	—0.6
Tabelle 24. September:				
3500 m	4.8(32)	13.5(32)	9.0(34)	9.1
4000 "	2.9(15)	11.5(18)	8.1(14)	7.5
4500 "	0.1(2)	7.0(2)	3.9(1)	3.7
5000 "	—1.6(15)	8.1(14)	0.9(16)	2.5
5500 "	—2.7(9)	2.6(8)	—4.3(2)	—1.5
Tabelle 25. Juni, Juli, August, September:				
3500 m	9.8(119)	18.0(112)	13.4(107)	13.7
4000 "	7.0(51)	14.5(49)	11.1(54)	10.9
4500 "	6.1(47)	13.5(38)	8.3(45)	9.3
5000 "	3.2(60)	11.8(54)	5.4(68)	6.8
5500 "	0.0(43)	7.0(44)	2.9(36)	3.3

Vergleich der Dampfdrucke der zwei Expeditionen (mm Hg.)

Tabelle 26. Juni: Morgen		II	III(1929)	III(1930)	III
3500 m		3.1(10)	4.1(15)	4.1(2)	4.1(17)
4000 "		3.1(4)	4.1(2)	6.0(1)	4.7(3)
4500 "		2.4(3)	3.5(2)	4.1(14)	4.0(16)
5000 "		—	—	3.6(6)	3.6(6)
5500 "		—	—	2.5(1)	2.5(1)
Tabelle 27. Juni: Mittag					
3500 m		1.8(8)	4.2(14)	4.0(1)	4.2(15)
4000 "		2.0(5)	5.3(1)	4.7(1)	5.0(2)
4500 "		2.1(5)	7.3(2)	4.7(6)	5.4(8)
5000 "		—	—	4.0(5)	4.0(5)
5500 "		—	—	4.3(2)	4.3(2)
Tabelle 28. Juni: Abend					
3500 m		2.7(7)	4.9(15)	3.9(1)	4.8(16)
4000 "		2.1(6)	4.2(3)	4.2(1)	4.2(4)
4500 "		2.2(4)	4.6(2)	4.3(14)	4.3(16)
5000 "		—	2.2(1)	3.6(6)	3.4(7)
5500 "		—	—	3.6(2)	3.6(2)
Tabelle 29. Juni: Tagesmittel					
3500 m		2.5	4.4	4.0	4.4
4000 "		2.4	4.5	5.0	4.6
4500 "		2.2	5.2	4.4	4.6
5000 "		—	—	3.7	3.7
5500 "		—	—	3.5	3.5
Tabelle 30. Juli: Morgen					
3500 m		4.9(6)	8.7(24)	4.9(10)	8.6(30)
4000 "		4.0(9)	9.8(1)	4.9(5)	5.7(6)
4500 "		2.5(5)	5.3(3)	4.8(4)	5.0(7)
5000 "		—	5.5(3)	4.6(7)	4.9(10)
Tabelle 31. Juli: Mittag					
3500 m		3.8(6)	9.8(21)	7.0(9)	9.0(30)
4000 "		3.3(8)	—	9.0(3)	9.0(3)
4500 "		2.9(5)	5.6(1)	5.6(4)	5.6(5)
5000 "		1.9(2)	5.7(3)	6.3(4)	6.0(7)
5500 "		2.3(1)	4.4(1)	—	4.4(1)
Tabelle 32. Juli: Abend					
3500 m		4.1(6)	8.1(22)	5.1(8)	7.3(30)
4000 "		3.5(9)	—	6.0(5)	6.0(5)
4500 "		2.5(5)	6.3(1)	4.6(3)	5.0(4)
5000 "		2.1(2)	5.6(5)	4.6(7)	5.0(12)
5500 "		—	—	4.1(4)	4.1(4)
Tabelle 33. Juli: Tagesmittel					
3500 m		4.3	8.9	5.7	8.3
4000 "		3.6	—	6.6	6.9
4500 "		2.6	5.7	5.0	5.2
5000 "		—	5.6	5.2	5.3

Vergleich der Dampfdrucke der zwei Expeditionen (mm Hg.)

Tabelle 34. Aug.: Morgen			Tabelle 38. Sept.: Morgen		
	II	III(1929)		II	III(1929)
3500 m	4.5(5)	—	3500 m	3.3(8)	2.7(9)
4000 „	4.4(9)	—	4000 „	3.8(6)	2.5(3)
4500 „	—	4.8(4)	4500 „	5.1(2)	—
5000 „	—	5.0(10)	5000 „	—	2.3(11)
5500 „	—	3.4(15)	5500 „	1.9(1)	3.0(6)
Tabelle 35. Aug.: Mittag			Tabelle 39. Sept.: Mittag		
3500 m	4.3(3)	—	3500 m	3.2(8)	6.1(11)
4000 „	4.2(10)	—	4000 „	3.8(8)	5.7(8)
4500 „	3.6(1)	5.9(3)	4500 „	2.8(1)	3.2(1)
5000 „	2.5(1)	5.8(8)	5000 „	—	2.1(12)
5500 „	—	5.3(16)	5500 „	2.5(1)	2.3(4)
Tabelle 36. Aug.: Abend			Tabelle 40. Sept.: Abend		
3500 m	4.1(2)	—	3500 m	3.4(7)	4.1(12)
4000 „	4.4(10)	—	4000 „	3.4(8)	3.9(4)
4500 „	—	6.7(5)	4500 „	2.7(1)	—
5000 „	—	5.6(8)	5000 „	—	2.3(13)
5500 „	—	3.8(15)	5500 „	0.7(1)	1.7(2)
Tabelle 37. Aug.: Tagesmittel			Tabelle 41. Sept.: Tagesmittel		
3500 m	4.3	—	3500 m	3.3	4.3
4000 „	4.3	—	4000 „	3.7	4.0
4500 „	—	5.8	4500 „	3.5	—
5000 „	—	5.5	5000 „	—	2.2
5500 „	—	4.2	5500 „	1.7	2.3

Vergleich der Dampfdrucke im Hunza (36.5° N.B., 75° E.L.)
und östlichen Karakorum (35° N.B., 77.5° E.L.) (mm Hg.)

Tabelle 42. Sommer: Morgen			Tabelle 43. Sommer: Mittag		
	Hunza	E.-Kara- korum		Hunza	E.-Kara- korum
3500 m	4.0(21)	6.4(51)	3500 m	3.0(17)	7.4(45)
4000 „	4.0(22)	5.4(9)	4000 „	3.4(23)	7.4(5)
4500 „	2.4(8)	4.4(27)	4500 „	2.6(12)	5.6(16)
5000 „	—	4.6(26)	5000 „	3.1(3)	5.4(20)
5500 „	—	3.4(16)	5500 „	2.3(1)	5.1(19)
Tabelle 44. Sommer: Abend			Tabelle 45. Sommer: Tagesm.		
3500 m	3.5(15)	6.5(46)	3500 m	3.5	6.8
4000 „	3.5(25)	5.2(9)	4000 „	3.6	6.0
4500 „	2.4(9)	4.9(25)	4500 „	2.5	5.0
5000 „	2.1(2)	4.8(27)	5000 „	—	4.9
5500 „	—	3.8(18)	5500 „	—	4.1

Täglicher Gang

Tabelle 46. Juni. Dampfdruck (2 Expeditionen) (mm Hg.)		Morgen	Mittag	Abend	Mittel
3500 m		3.7(27)	3.4(23)	4.2(23)	3.8
4000 "		3.8(7)	2.9(7)	2.9(10)	3.2
4500 "		3.7(19)	4.1(13)	3.9(20)	3.9
5000 "		3.6(6)	4.0(5)	3.4(7)	3.7
5500 "		2.5(1)	4.3(2)	3.6(2)	3.5
Tabelle 47. Juli:					
3500 m		7.2(40)	8.1(36)	6.8(36)	7.4
4000 "		4.7(15)	4.9(11)	4.4(14)	4.7
4500 "		3.9(12)	4.2(10)	3.6(9)	3.9
5000 "		4.9(10)	5.1(9)	4.6(14)	4.9
5500 "		—	3.4(2)	4.3(1)	—
Tabelle 48. August:					
3500 m		4.5(5)	4.3(3)	4.0(2)	4.3
4000 "		4.4(9)	4.2(10)	4.4(10)	4.3
4500 "		4.8(4)	5.0(5)	6.7(5)	5.5
5000 "		5.0(10)	5.4(9)	5.6(8)	5.3
5500 "		3.4(15)	5.3(16)	3.8(15)	4.2
Tabelle 49. September:					
3500 m		3.0(17)	4.9(19)	3.8(19)	3.9
4000 "		3.4(9)	4.7(16)	3.6(12)	3.9
4500 "		2.5(2)	3.0(2)	2.7(1)	2.7
5000 "		2.3(11)	2.1(12)	2.3(13)	2.2
5500 "		2.8(7)	2.4(5)	1.4(3)	2.2
Tabelle 50. Juni, Juli, August, September:					
3500 m		5.2(89)	5.9(81)	5.3(80)	5.5
4000 "		4.2(40)	4.3(44)	3.8(46)	4.1
4500 "		3.9(37)	4.2(30)	4.2(35)	4.1
5000 "		4.0(37)	4.0(35)	3.9(42)	4.0
5500 "		3.2(23)	4.4(25)	3.5(21)	3.7

Vergleich der relativen Feuchtigkeit der zwei Expeditionen (%)

Tabelle 51. Juni: Morgen		II	III(1929)	III(1930)	III
3500 m		38(10)	48(15)	62(2)	50(17)
4000 "		41(4)	52(2)	67(1)	57(3)
4500 "		38(3)	69(2)	58(14)	59(16)
5000 "		—	—	71(6)	71(6)
5500 "		—	—	58(1)	58(1)
Tabelle 52. Juni: Mittag					
3500 m		18(8)	35(14)	21(1)	34(15)
4000 "		13(5)	33(1)	57(1)	45(2)
4500 "		19(5)	95(2)	28(6)	45(8)
5000 "		—	—	54(5)	54(5)
5500 "		—	—	82(2)	82(2)
Tabelle 53. Juni: Abend					
3500 m		20(7)	46(15)	45(1)	46(16)
4000 "		19(6)	42(3)	52(1)	45(4)
4500 "		24(4)	82(2)	61(14)	64(16)
5000 "		—	40(1)	71(6)	67(7)
5500 "		—	—	72(2)	72(2)
Tabelle 54. Juni: Tagesmittel					
3500 m		25	43	43	43
4000 "		24	42	59	49
4500 "		27	82	49	56
5000 "		—	—	65	64
5500 "		—	—	71	71

Vergleich der relativen Feuchtigkeit der zwei Expeditionen (%)

Tabelle 55. Juli: Morgen	II	III(1929)	III(1930)	III
3500 m	58(6)	67(24)	38(10)	58(34)
4000 „	47(9)	100(1)	32(5)	44(6)
4500 „	34(4)	60(3)	48(4)	53(7)
5000 „	—	80(3)	54(7)	62(10)
Tabelle 56. Juli: Mittag				
3500 m	22(6)	54(21)	32(9)	47(30)
4000 „	20(8)	—	38(3)	38(3)
4500 „	31(5)	42(1)	24(4)	28(5)
5000 „	24(2)	61(3)	38(4)	48(7)
5500 „	24(1)	67(1)	—	67(1)
Tabelle 57. Juli: Abend				
3500 m	34(6)	57(22)	44(8)	53(30)
4000 „	30(9)	—	39(5)	39(5)
4500 „	32(5)	51(1)	52(3)	52(4)
5000 „	30(2)	66(5)	55(7)	60(12)
5500 „	—	—	52(1)	52(1)
Tabelle 58. Juli: Tagesmittel				
3500 m	38	59	38	53
4000 „	32	—	36	37
4500 „	32	51	41	44
5000 „	—	69	49	57

Vergleich der relativen Feuchtigkeit der zwei Expeditionen (%)

Tabelle 59. Aug.: Morgen	II	III	Tabelle 63. Sept.: Morgen	II	III
3500 m	61(5)	—	3500 m	62(8)	60(9)
4000 „	66(9)	—	4000 „	65(6)	52(3)
4500 „	—	62(4)	4500 „	54(2)	—
5000 „	—	75(10)	5000 „	—	66(11)
5500 „	—	69(15)	5500 „	53(1)	71(6)
Tabelle 60. Aug.: Mittag			Tabelle 64. Sept.: Mittag		
3500 m	41(3)	—	3500 m	53(8)	26(11)
4000 „	49(10)	—	4000 „	53(8)	21(8)
4500 „	40(2)	53(3)	4500 „	37(1)	43(1)
5000 „	25(1)	50(8)	5000 „	—	26(12)
5500 „	—	52(16)	5500 „	41(1)	37(4)
Tabelle 61. Aug.: Abend			Tabelle 65. Sept.: Abend		
3500 m	31(2)	—	3500 m	74(7)	50(12)
4000 „	54(10)	—	4000 „	54(8)	45(4)
4500 „	—	65(5)	4500 „	45(1)	—
5000 „	—	62(8)	5000 „	—	50(13)
5500 „	—	59(15)	5500 „	12(1)	44(2)
Tabelle 62. Aug.: Tagesmittel			Tabelle 66. Sept.: Tagesmittel		
3500 m	44	—	3500 m	63	45
4000 „	56	—	4000 „	57	39
4500 „	—	60	4500 „	45	—
5000 „	—	62	5000 „	—	47
5500 „	—	60	5500 „	35	51

Vergleich der relativen Feuchtigkeit im Hunza (36.5° N.B., 75° E.L.)
und östlichen Karakorum (35° N.B., 77.5° E.L.) (%)

Tabelle 67. Sommer: Morgen			Tabelle 68. Sommer: Mittag		
	Hunza	E.-Kara- korum		Hunza	E.-Kara- korum
3500 m	49(21)	56(51)	3500 m	23(17)	43(45)
4000 "	55(22)	48(9)	4000 "	31(23)	41(5)
4500 "	38(8)	58(27)	4500 "	28(12)	41(16)
5000 "	—	69(26)	5000 "	24(3)	50(20)
5500 "	—	68(16)	5500 "	24(1)	56(19)
Tabelle 69. Sommer: Abend			Tabelle 70. Sommer: Tagesm.		
	Hunza	E.-Kara- korum		Hunza	E.-Kara- korum
3500 m	27(15)	51(46)	3500 m	33	50
4000 "	37(25)	41(9)	4000 "	41	43
4500 "	29(9)	62(25)	4500 "	32	54
5000 "	30(2)	62(27)	5000 "	—	60
5500 "	—	60(18)	5500 "	—	61

Täglicher Gang

	Morgen	Mittag	Abend	Tages- mittel
Tabelle 71. Juni, relative Feuch- tigkeit (2 Expeditionen) (%)				
3500 m	46(27)	28(23)	38(23)	37
4000 "	48(7)	23(7)	29(10)	33
4500 "	56(19)	35(13)	56(20)	49
5000 "	71(6)	54(5)	67(7)	64
5500 "	58(1)	82(2)	72(2)	71
Tabelle 72. Juli:				
3500 m	53(40)	43(36)	50(36)	49
4000 "	47(15)	25(11)	33(14)	35
4500 "	47(12)	30(10)	41(9)	39
5000 "	62(10)	43(9)	56(14)	54
5500 "	—	67(1)	52(1)	—
Tabelle 73. August:				
3500 m	61(5)	41(3)	31(2)	44
4000 "	66(9)	49(10)	55(10)	57
4500 "	62(4)	48(5)	65(5)	58
5000 "	75(10)	49(9)	62(8)	62
5500 "	69(15)	52(16)	59(15)	60
Tabelle 74. September:				
3500 m	61(17)	38(19)	59(19)	53
4000 "	61(9)	37(16)	51(12)	50
4500 "	54(2)	40(2)	45(1)	46
5000 "	66(11)	26(12)	50(13)	47
5500 "	68(7)	38(5)	33(3)	46
Tabelle 75. Juni, Juli, August, September:				
3500 m	55(89)	37(81)	48(80)	47
4000 "	54(40)	35(44)	45(40)	45
4500 "	53(37)	36(30)	53(35)	47
5000 "	68(37)	40(35)	54(42)	54
5500 "	69(22)	51(25)	56(21)	59

Botany. — *Concerning the influence of temperature treatment on the carbohydrate metabolism, the respiration and the morphological development of the tulip.* II. By L. ALGERA. (Communicated by Prof. J. C. SCHOUTE.)

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

LE NÔTRE. SEASON 1934—1935.

The analyses of Le Nôtre do not embrace the whole season but begin a week after the lifting on 26th July and end about the middle of December. Besides the carbohydrates already discussed in the preceding publication (1), the quantity of sucrose was determined by means of invertase according to COOKE's method (2). On the ground of the investigations of PINKHOF (3) the remainder of the non-reducing sugars is provisionally referred to as inulin.

Table I gives a survey of the applied temperatures. From 21st July till

TABLE I.

Le Nôtre. Season 1934—1935. Survey of the temperature treatment applied.

Lot	Lifting-date	Treatment				Planting-date
		20/7—17/8	17/8—24/9	24/9—9/10	9/10-end of the determinations	
LN 20—20—op	20—7—'34	20	20	20	in the open	9—10—'34
LN 20—20—13	"	20	20	20	13	"
LN 20—17—op	"	20	17	17	in the open	"
LN 20—13—op	"	20	13	13	"	"
LN 20—13	"	20	13	13	13	unplanted
LN 20—13—13	"	20	13	13	13	9—10—'34
LN 20—9—op	"	20	9	9	in the open	"
LN 20—5/4—op	"	20	5	4	"	"
LN 20—5/7	"	20	5	7	—	—

24th July the bulbs were in a bulbhouse at about 20° C., thereafter their temperature was kept constantly at 20° C. in the laboratory.

All the lots underwent the same pre-treatment viz. 20° C. They only

differed in the after-treatment. Most of the lots were planted in the open, two of them at 13° C. On 24th September a part of the bulbs lying in a temperature of 5° C. had to be transferred to 4° C. (LN 20-5/4-op) and another part to 7° C. (LN 20-5/7) owing to want of space.

As a rule bulb and plant were examined together. With LN 20-20-13 and LN 20-13-13 however, only the bulb. As the plant in proportion to the bulb still has a small dry weight, the per cent composition is little affected by the removal of the plant.

Reducing sugars.

As with Murillo, the percentage of reducing sugars in Le Nôtre is very small. (Table II, fig. 1).

With the exception of LN 20-5/4-op and LN 20-5/7 this is equal in all lots up to planting on 9th October and gradually drops in that period. In all probability the percentage of LN 20-20-op on 14 August is due to an error. The difference is difficult to explain from the fact that the other lots were lying at 17, 13, 9 or 5° C. for one day, for then these groups would also differ amongst each other. After planting the decrease in most lots comes to a standstill, or passes into a slight rise. The unplanted LN 20-13 bulbs continued falling.

During summer the percentage of reducing sugars in Le Nôtre in the temperature-range of 20—9° C. is thus also independent of the temperature applied. At 5° C. the bulbs, however, continually contain a little more of these sugars. This difference still exists when the bulbs have already been planted in the open a month.

In comparing LN 20-20-op, LN 20-13-op, LN 20-20-13 and LN 20-13-13 with each other, it firstly appears that LN 20-20-13, in the first month after being planted like LN 20-20-op had decreased somewhat and only began to increase after 15th November.

Secondly LN 20-13-13 increased more rapidly than LN 20-20-13 and LN 20-13-op.

Whereas with an after-treatment of 20° C. the temperature during the first period after being planted had no influence on the concentration of reducing sugars, the bulbs cooled at 13° C. are able to increase their concentration at 13° C. immediately after being planted. So it is also evident here, that cooling shifts to an earlier date the period, when the bulbs can increase their percentage of reducing sugars at a higher temperature.

Non-reducing sugars.

From 26th July till 14th August the quantity of non-reducing sugars remained constant at 20° C. (Table II, fig. 1). After the division of the parcel the concentration increased more rapidly according to the tempe-

TABLE II.
Le Nôtre 1934—1935. Survey of the carbohydrate metabolism in per cents of the dry weight.

	Joint	LN 20—20—op				LN 20—20—13				LN 20—17—op				LN 20—13—op				LN 20—13		LN 20—13—13				LN 20—9—op				LN 20—5.4—op				LN 20—5.7
	26.7	14.8	14.9	16.10	5.11	1.11	15.11	29.11	12/12	18.8	22/9	13/10	6.11	17.8	21/9	12/10	7.11	20.11	1/11	13.11	28.11	11.12	16.8	20.9	11.10	9.11	15.8	18.9	9.10	9.11	13.10	
Dry Weight	0.388	0.394	0.401	0.436	0.422	0.406	0.376	0.381	0.343	0.407	0.421	0.415	0.385	0.409	0.441	0.407	0.378	0.441	0.400	0.376	0.358	0.359	0.406	0.408	0.424	0.366	0.414	0.391	0.393	0.377	0.396	
Fresh																																
Red. sugars	1.01	0.30	0.51	0.59	0.48	0.60	0.35	0.48	0.88	0.84	0.63	0.45	0.54	0.91	0.68	0.42	0.52	0.27	0.71	0.90	0.68	1.06	0.87	0.58	0.42	0.42	0.87	1.15	0.80	0.73	0.86	
Non—red. sugars .	6.4	6.4	7.9	7.7	17.7	10.7	13.5	11.7	17.2	7.5	7.8	8.9	18.0	6.2	13.0	14.0	20.2	11.8	14.2	14.9	11.3	16.2	6.4	13.7	12.8	18.7	6.5	19.3	21.3	20.1	15.7	
Sucrose.	3.0×	3.2×	4.5×	5.3	14.1	7.0	10.2	9.8	11.7	1.7	5.4	7.1×	12.6	3.7	11.2	13.3	18.6	10.1	9.9	10.2	10.5	9.9	3.4	12.8	12.9	17.6	5.7	17.8	21.4	12.3	15.8	
Inulin	3.4+	3.2×	3.4×	2.4	3.6	3.7	3.2	2.0	5.5	5.8	2.4	1.8×	5.3	2.6	1.8	0.7	1.6	1.7	4.4	4.7	0.7	6.3	3.0	0.9	0.0	1.1	0.8	1.5	0.0	7.8	0.0	
Starch	82	81	80	85	71	67	63	63	61	57	83	82	67	86	77	81	69	45	65	64	65	59	80	78	73	66	82	71	65	72	66	

TABLE III.
Le Nôtre 1934—1935.

	Joint	LN 20—20—op				LN 20—20—13				LN 20—17—op				LN 20—13—op				LN 20—13	LN 20—13—13				LN 20—9—op				LN 20—5.4—op				LN 20—5.7
	26.7	14.8	14.9	16.10	5.11	1.11	15.11	29.11	12.12	18.8	22.9	13.10	6.11	17.8	21.9	12.10	7.11	20.11	1.11	13.11	28.11	11.12	16.8	20.9	11.10	9.11	15.8	18.9	9.10	9.11	13.10
Carbon dioxide liberation per K.G. dry weight hour. (cc)	46.2	27.9	32.6	37.7	33.7	45.2	57.4	47.8	58.2	23.3	34.1	52.6	37.3	13.2	28.1	44.0	34.7	35.9	51.2	80.9	52.7	63.4	7.8	17.0	21.2	37.4	5.7	13.3	18.1	29.0	14.4
Carbon dioxide liberation calculated on the basis of 20° C. (cc)	46.2	27.9	32.6	37.7	86.4	77.9	99.0	82.5	100.3	31.0	45.5	70.2	95.6	22.8	48.5	75.9	89.1	61.9	88.3	139.5	90.8	109.4	20.1	43.7	54.2	95.9	22.9	53.2	18.1	74.4	57.6
Idem, divided by non-reducing sugars. (cc)	0.73	0.44	0.42	0.49	0.49	0.73	0.74	0.70	0.58		0.58	0.79	0.53		0.37	0.54	0.44	0.52	0.62	0.94	0.81	0.68		0.32	0.42	0.51		0.28	0.84	0.37	0.37
Oxygen consumption per K.G. dry weight hour. (cc)	39.0	26.0	31.9	33.8	33.3	46.7	64.2	57.6	65.8	26.9	36.1	45.2	37.2	16.1	26.3	30.7	33.3	39.1	49.9	75.0	61.6	75.1	12.8	19.0	21.4	36.6	14.0	13.9	8.1	32.8	13.8
Oxygen consumption calculated on the basis of 20° C. (cc)	39.0	26.0	31.9	33.8	92.4	76.6	105.3	94.3	107.9	32.8	44.1	55.1	103.3	26.4	43.1	50.4	92.4	64.1	81.8	123.0	100.9	123.1	35.6	52.6	59.5	101.7	48.3	48.0	50.5	91.1	47.4
Idem, divided by non-reducing sugars (cc).	0.62	0.41	0.41	0.44	0.52	0.72	0.78	0.81	0.63		0.56	0.62	0.58		0.33	0.36	0.46	0.54	0.57	0.83	0.90	0.76		0.39	0.47	0.55		0.25	0.24	0.45	0.30
Since 26 July respired per K.G. dry weight. (gr).		22.6	52.8	89.0	108.6	104.8	129.6	153.2	174.7	22.6	54.9	84.1	110.0	22.6	45.9	70.2	99.7	120.3	102.4	136.4	166.4	190.7	22.6	36.6	49.5	78.6	22.6	33.7	42.4	68.2	45.0
Since 26 July respired per K.G. dry weight (gr).	0.0	15.5	62.8	48.2	216.9	143.7	193.9	201.4	281.5	32.6	65.7	103.8	221.2	20.3	108.8	140.8	233.3	167.3	178.2	220.4	212.1	282.6	21.8	15.8	18.8	108.6	22.8	184.8	190.3	202.9	137.3

rature being lower. With Le Nôtre, too, the starch-decomposition was thus promoted by cooling.

In spite of the differences at planting, all the lots, which were planted

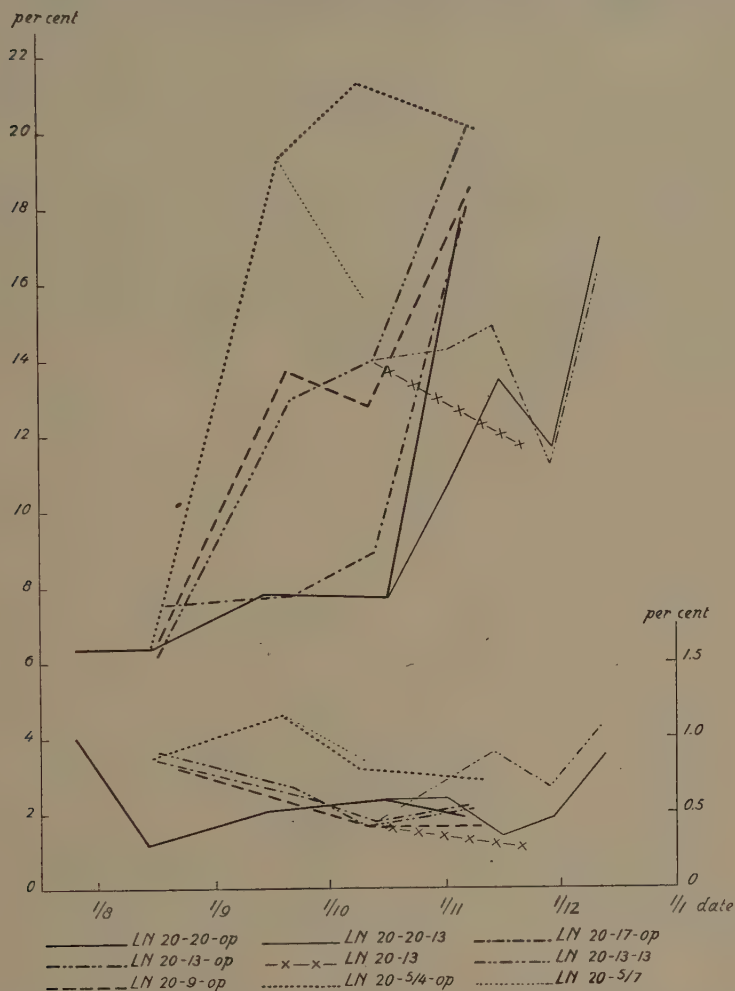


Fig. 1. Le Nôtre. Season 1934—1935. Reducing sugars (below; ordinate to the right) and non-reducing sugars (above; ordinate to the left) in per cents of the dry weight.

in the open, early in November contained about the same quantity of non-reducing sugars. The bulbs planted at 13° C. also have an equal concentration, but lower than that of the bulbs planted in the open.

These facts as well as the decrease of LN 20-5/7 in respect of LN 20-5/4-op give the impression that the temperature moves the equilibrium of starch \rightleftharpoons non-reducing sugars to such a degree that at a lower temperature this equilibrium is at a higher sugar-concentration. After a change of temperature the bulbs tend rapidly to reach a new equilibrium state.

As to the unplanted LN 20-13 bulbs the sugar-percentage of these decreases somewhat from 12th October till 20th November.

Sucrose.

Through a number of sucrose-determinations having failed, the results are not quite complete. By means of data of Le Nôtre of the season of 1935—1936, which, as far as having already been determined, corresponded to 1934—1935 the sucrose-percentages lacking were calculated. The numbers obtained in this way are indicated by a cross in Table II. As long as the bulbs were lying at 20° C., the quantity of sucrose increased slowly (fig. 2). Through cooling the percentage increases, more rapidly in proportion to the temperature being lower. The lots planted in the open again have the tendency of levelling the differences, although this is not so clear as with the non-reducing sugars. The lots which, after planting, were in a temperature of 13° C. were again equal amongst each other and contained less sucrose than in the outside temperature.

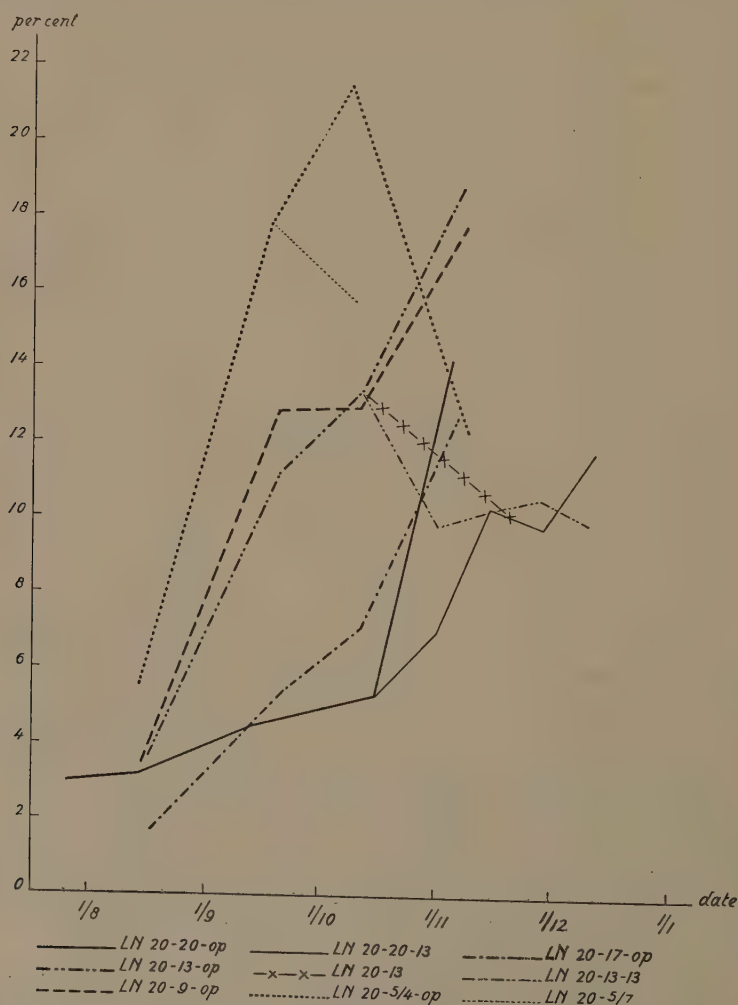


Fig. 2. Le Nôtre. Season 1934—1935. Sucrose in per cents of the dry weight.

It appears from the numbers that the non-reducing sugars chiefly consist of sucrose, so that the entire aspect of these two is about the same. It will be observed that the ratio $\frac{\text{sucrose}}{\text{non-reducing sugars}}$ becomes greater at a lower temperature.

Inulin.

The difference between the non-reducing sugars and the sucrose is considered to be inulin. The quantity of this polysaccharide is evident from Table II and fig. 3.

At 20° C. the quantity only changes a little. Up to planting there is a slight decrease. This decrease is more evident at a lower temperature.

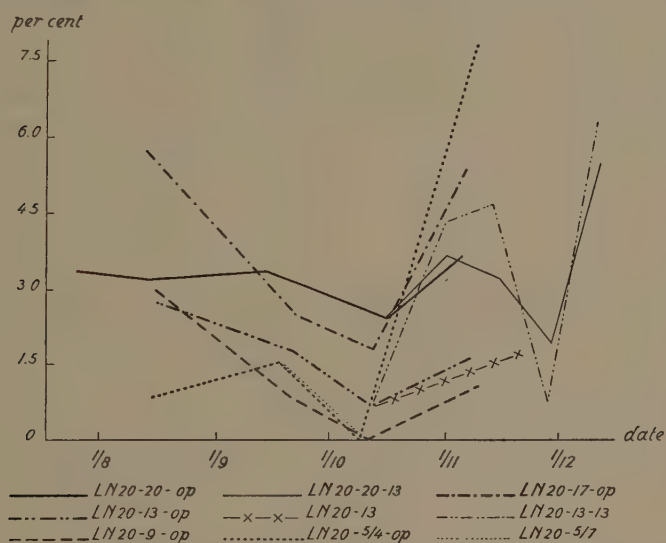


Fig. 3. Le Nôtre. Season 1934—1935. Inulin in per cents of the dry weight.

At 9 and 5° C. there is no inulin, whatsoever early in October. After this date the quantity increases again, also with the unplanted lot LN 20-13. Presumably this increase is not exclusively due to the planting.

It appears from the behaviour of LN 20-20-13 and LN 20-13-13 that this increase is followed by a decrease later on, after which an increase again ensues.

Starch.

In many respects the lines of the starch run like the reflection of those of the non-reducing sugars (Table II and fig. 4). Thus the percentage of starch at planting is for instance greater in proportion to the quantity of sugar being smaller.

The lots too, planted in the open, early in November contain each about the same amount of starch.

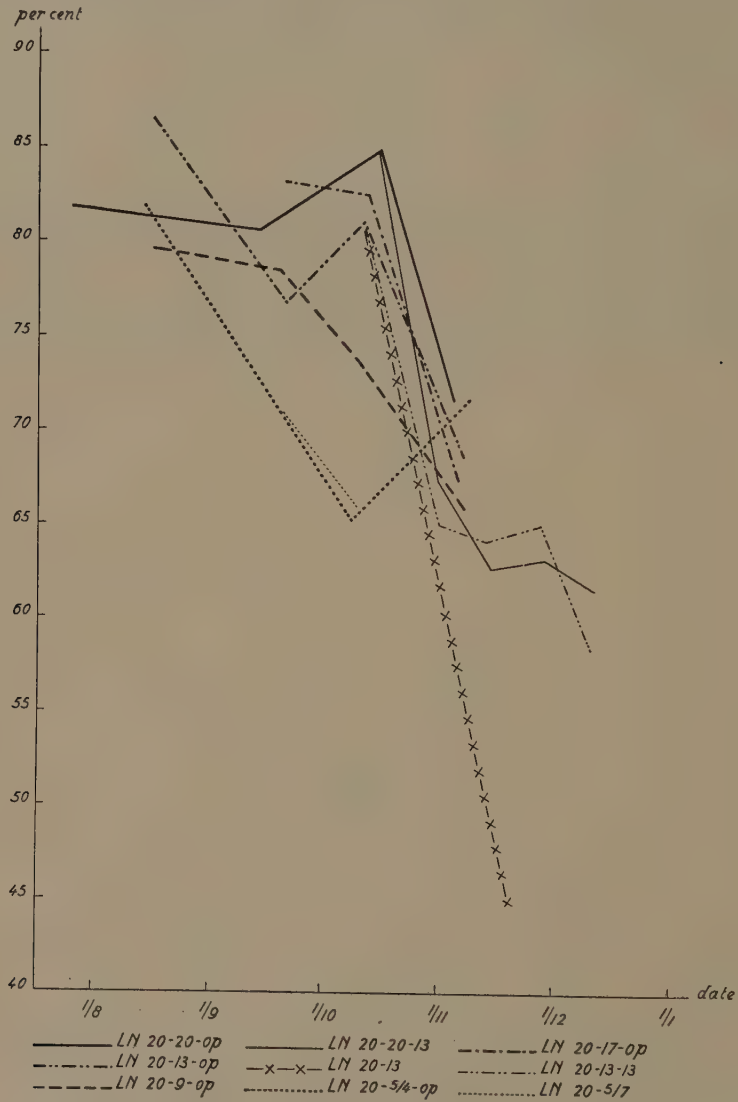


Fig. 4. Le Nôtre. Season 1934—1935. Starch in per cents of the dry weight.

Why LN 20-20-13, LN 20-13-13 and LN 20-13 contain less starch is, however, not clear.

TEMPERATURE TREATMENT AND RESPIRATION.

It goes without saying, that the temperature treatment affects the intensity of the respiration. For this process is accelerated by a rise of temperature and lowered by a decrease of temperature. The changes which the

sugar percentage of the bulbs undergoes at various temperatures give rise to the surmise that the temperature also influences the respiration in another way, as the respiratory material consists of sugars. The question can be put whether the influence of the temperature treatment on the respiration can be entirely explained by the change in the percentage of sugar or whether the temperature influences the rate of the respiration in another way e.g. by a stimulation of the respiratory enzymes.

This question regarding the connection between temperature and respiration is surely of importance as the respiration is an important energy-supplying process for very many vital processes. Therefore it should be ascertained whether there is a relation between this process and the rate of the morphological development. Moreover knowledge of the intensity of the respiration is essential for a good comprehension of the carbohydrate metabolism. Of those only the percentages of the dry weight have been discussed, without taking the consumption into account. As long as the bulbs have not yet been planted the respiration is almost exclusively the only substance consumer. But very little is used for the synthesis of the young plant. With LN 20-13-13 the dry weight on 1 November, so three weeks after being planted, is only $\pm 2.5\%$ of the dry weight of the bulb.

In order to determine the respiration, both the carbon dioxide liberation as well as the oxygen absorption were determined. The method applied will be described elsewhere. The determinations were mostly performed at the temperatures in which the bulbs were kept. The results were calculated on the basis of 1 K.G. dry weight per hour and expressed in cc.

As material for these experiments was used the variety of Le Nôtre of the season of 1934—1935; the same material which was used for the determination of the carbohydrate metabolism. Table I of this publication shows the temperatures applied.

The carbon dioxide liberation.

During the time all the bulbs were at 20° C. so from 26th July till 17th August, the carbon dioxide production drops from 46.2 cc. per K.G. per hour to 27.9 cc. (Table III, fig. 5). On 17th August the parcel was divided and at about this date determinations were performed at 5, 9, 13, 17 and 20° C. The respiration of these bulbs, which with the exception of course of 20° C. had been in these temperatures for one day, was as to be expected, weaker in proportion to the temperature being lower.

Up to planting the carbon dioxide liberation increased with all lots. LN 20-5/4-op and LN 20-5/7 were both examined at 5° C. on 9th and 10th October. The former lot liberates somewhat more carbon dioxide than the latter. After the planting early in November a series of determinations were performed at 9° C. this being about the average ground temperature from the time of planting. The respiration of the lots was equal, except the bulbs which had been treated at 5° C. These liberate less carbon

dioxide. Both the lots planted at 13° C. were examined at 13° C. Their respiration continued increasing till the middle of November; decreases

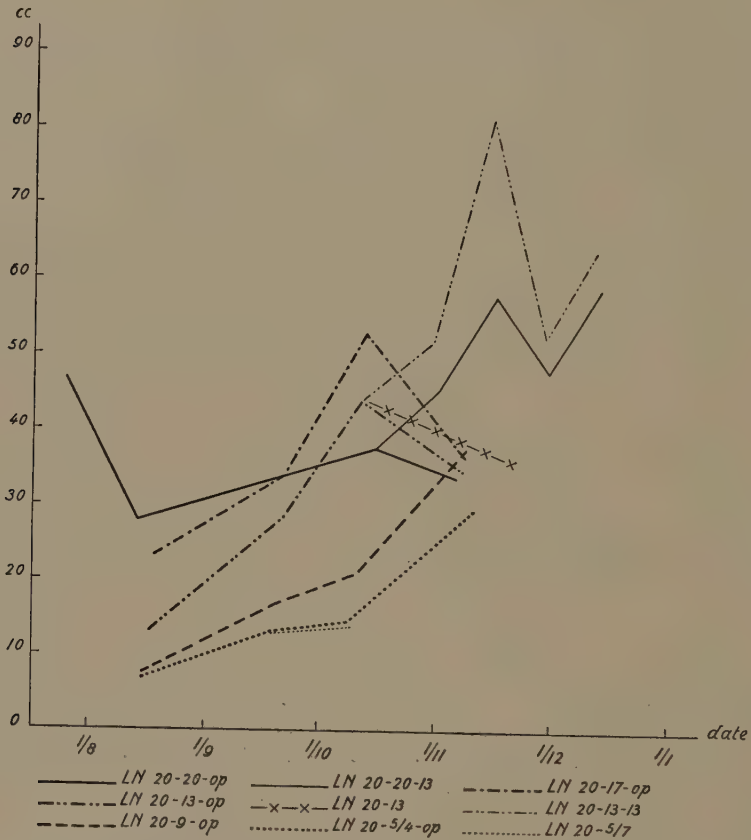


Fig. 5. Le Nôtre. Season 1934—1935. Carbon dioxide liberation (in cc) at the temperatures applied, per K.G. dry weight/hour.

then and thereupon rises again. LN 20-13-13 always respire stronger than LN 20-20-13.

The unplanted LN 20-13 bulbs respire weaker on 20th November than on 12th October, but stronger than on 21st September. The planting accelerates the carbon dioxide liberation as appears from a comparison between LN 20-13 with LN 20-13-13.

So as to compare the results better obtained at different temperatures, with each other, they have all been calculated on the basis of the same temperature viz. 20° C. by means of the temperature coefficients, which were found with Le Nôtre in the season of 1935—1936 (Table III, fig. 6). The quantities immediately after the transference have not been inserted in figure 6. They should be all alike. These differences discovered are, however, not only due to determination errors. Especially with the utilization of oxygen, it clearly appears that the gas exchange is abnormally large

at a lower temperature. The various possible causes of this will be further gone into elsewhere.

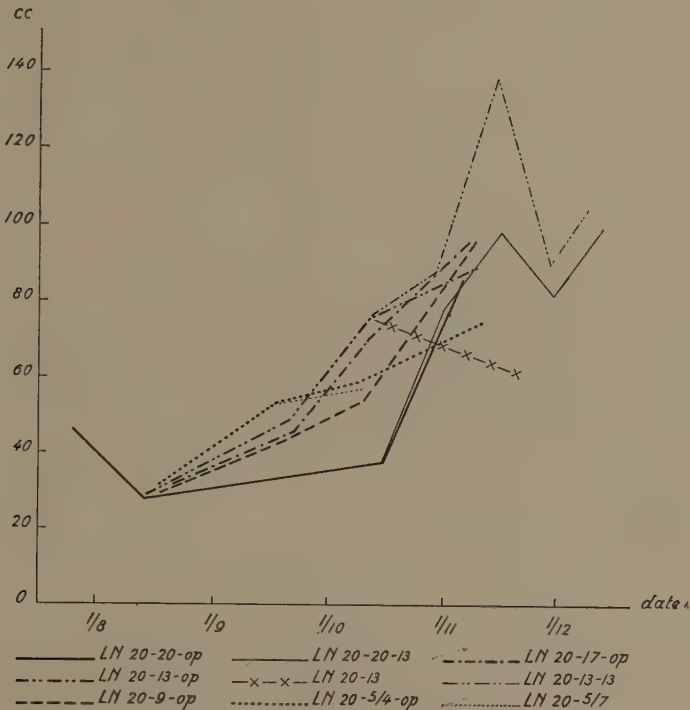


Fig. 6. Le Nôtre. Season 1934—1935. Carbon dioxide liberation (in cc) per K.G. dry weight/hour, calculated on the basis of 20° C.

After the calculation too, differences still continue to exist between the lots, so that the carbon dioxide liberation must be affected by the temperature treatment. After planting, most of the differences between bulbs planted in the open have disappeared, only LN 20-5/4-op has a slighter carbon dioxide production. Between LN 20-20-13 and LN 20-20-op there is hardly any difference up to the beginning of November; LN 20-13-13 however respire a little stronger than LN 20-13-op.

The oxygen consumption.

From Table III and fig. 7 it appears that the consumption of oxygen in outline agrees with the carbon dioxide liberation. Immediately after being transferred about 17th August the oxygen absorption exhibits a few irregularities. It is namely greater at 17° C. than at 20° C., and at 5° C. greater than at 9° C. This was already pointed out when discussing the carbon dioxide emission.

The oxygen quantities of LN 20-13-op and LN 20-13 form a flowing line. This course is more probable than the form of the carbon dioxide

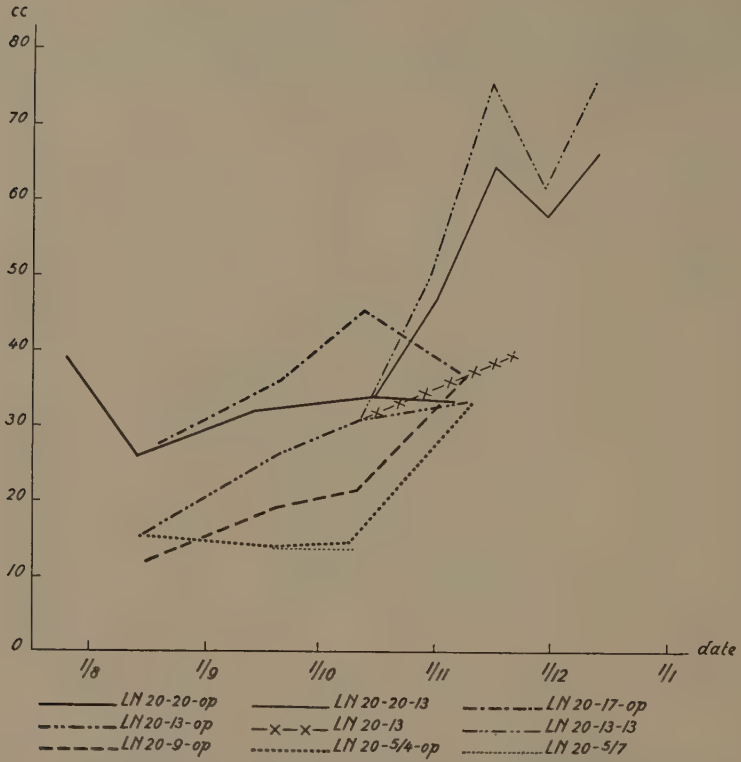


Fig. 7. Le Nôtre. Season 1934—1935. Oxygen consumption (in cc) at the temperatures applied, per K.G. dry weight/hour.

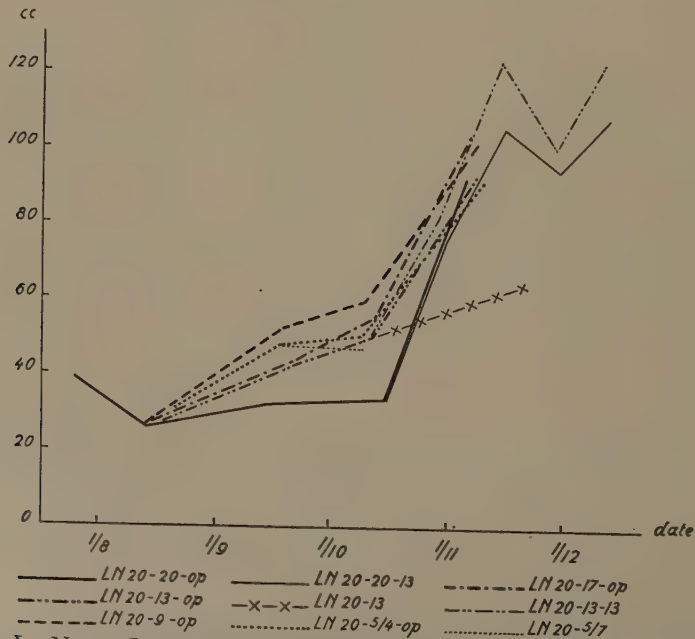


Fig. 8. Le Nôtre. Season 1934—1935. Oxygen consumption (in cc) per K.G. dry weight/hour, calculated on the basis of 20° C.

curve. The determination of carbon dioxide on 12th October presumably turned out too high, which was perhaps caused by the air-pump having stopped during the night. The respiration of the bulbs planted in the open is almost equal early in November. Of the lots planted at 13° C. LN 20-13-13 absorbs a little more oxygen than LN 20-20-13.

After being calculated on the basis of 20° C. (Table III and fig. 8) differences still exist in the oxygen utilization between the lots, which mainly correspond to the differences discussed in the carbon dioxide liberation.

LITERATURE CITED.

1. ALGERA, L. Concerning the influence of temperature treatment on the carbohydrate metabolism, the respiration and the morphological development of the tulip. I. Proc. Royal Acad. Amsterdam 39, 846—855 (1936).
2. COOKE, D. Untersuchungen über den Kohlehydratumsatz in den Blättern der Küchenzwiebel (*Allium Cepa*). Planta 8, 522—526 (1929).
3. PINKHOF, M. Untersuchungen über die Umfallkrankheit der Tulpen. Rec. Trav. bot. néerl. 26, 135—288 (1929).

Lisse, May 1936.

Laboratory for Bulbresearch.

Microbiology. — *A sampling-Apparatus for Aeroplankton.* By M. A. VAN OVEREEM. (Communicated by Prof. L. G. M. BAAS BECKING).

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

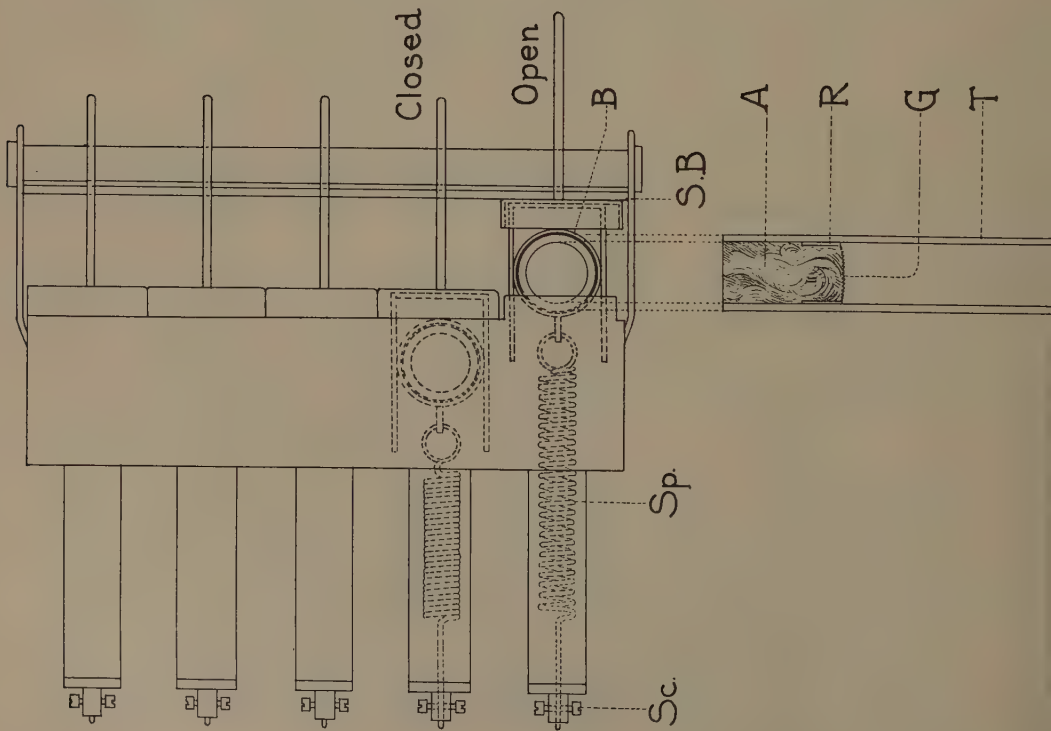
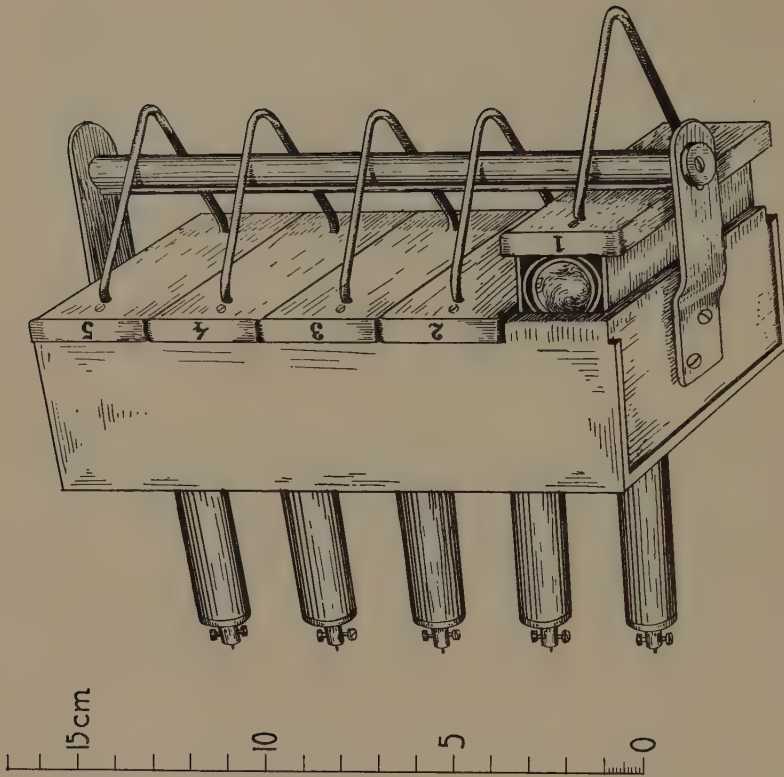
The classical research of LOUIS PASTEUR (8) upon spontaneous generation has convinced us that the air carries life, be it in latent or in vegetative form. This floating condition of life has been named, by H. MOLISCH (7), the aeroplankton.

Aeroplankton has been investigated from several angles and by different methods, it is only recently, however, that the airplane has come to our aid in the study of this curious transit of living forms, for transit it is, with metabolism reduced, from one part of our planet to the other.

F. C. MEIER and C. A. LINDBERGH (6), B. E. PROCTOR (9a and b), E. C. STAKMAN (13), A. W. STEVENS (14) and L. BERLAND (2a and b) investigated, by means of various apparatus, the germ-content of the atmosphere with the aid of the airplane.

They either submitted the material to direct microscopic examination or cultured bacteria, fungi, yeasts and actinomycetes from it.

Microbiological investigation of the atmosphere by other means has been carried out either from a general biological point of view (of which the work of PASTEUR is certainly the prototype) or in the interest of hygiene, phytopathology or the study of allergic phenomena.



The Leyden Botanical Laboratory is interested in these studies chiefly from the point of view of distribution of living beings (1). The possibility of distribution of light particles through the atmosphere has been much theorized upon, while actual observations are rather scant. We know, from the work cited above, that bacteria, fungi, yeasts and actinomycetes are present up to remarkable altitudes, while for the distribution of protozoa we have to rely solely on the work of B. W. PUSHKAREW (10), who sampled air only at "street level".

As we know the universal distribution, not only of many fungi (in the broadest sense) but of protozoa and algae, mosses and ferns etc., as well; it should be of great interest to demonstrate the presence of the living state of such organisms, capable of active development, in the atmosphere.

Nobody has tried, as far as we are aware, to culture algae from atmospheric air.

As we particularly wanted to demonstrate the presence of organisms capable of active development, "adhaesion" methods, whereby the particles are caught on some sticky surface, seemed excluded.

We therefore had to devise a sampling apparatus which should sample

- 1^o. a known and
- 2^o. a large amount of air in
- 3^o. a short time, while the possibility of
- 4^o. extraneous infection should be excluded, as far as feasible.

A sampling apparatus, in which air is filtered through sterile absorbent materials, and which may be handled by simple methods from the cockpit of a plane was devised at the Botanical Laboratory and constructed at the KAMERLINGH-ONNES Laboratory under the supervision of Dr. C. A. CROMMELIN.

Five numbered brass compartments (1—5 Figure 1 and Figure 2) fit snugly in a brass box ($9.5 \times 4.7 \times 15.7$ cm). Each compartment has a lid with a rim all around. This rim overlaps the walls of the box when the compartment is closed. Inside each compartment is a brass tube *B*, connected by means of a steel spring to a screwed clamp *Sc*. This spring pulls the brass tube into the compartment. Pulling the handle may open the compartment until checked by a bar *S. B.* which acts as a stop. Inside the brass tube a glass tube is placed in which an air-absorbing mass (glass wool) is loosely stuffed (*A*). The mass is kept from sliding by a piece of gauze (*G*) clamped to the walls by means of a glass ring (*R*). If sand is used as absorbing mass, two pieces of gauze are used to keep the sand in place.

The glass tube *B* cannot fall out of the brass tube, the bar *S. B.* being so adjusted that when the compartment is opened as far as possible the glass tube rests on the wall of the outer box.

This apparatus, when mounted under the wing of an airplane (Figure 3) in such fashion that the axis of the glass tubes will be parallel to the axis of the plane enables us to sample air from any desired height. After the

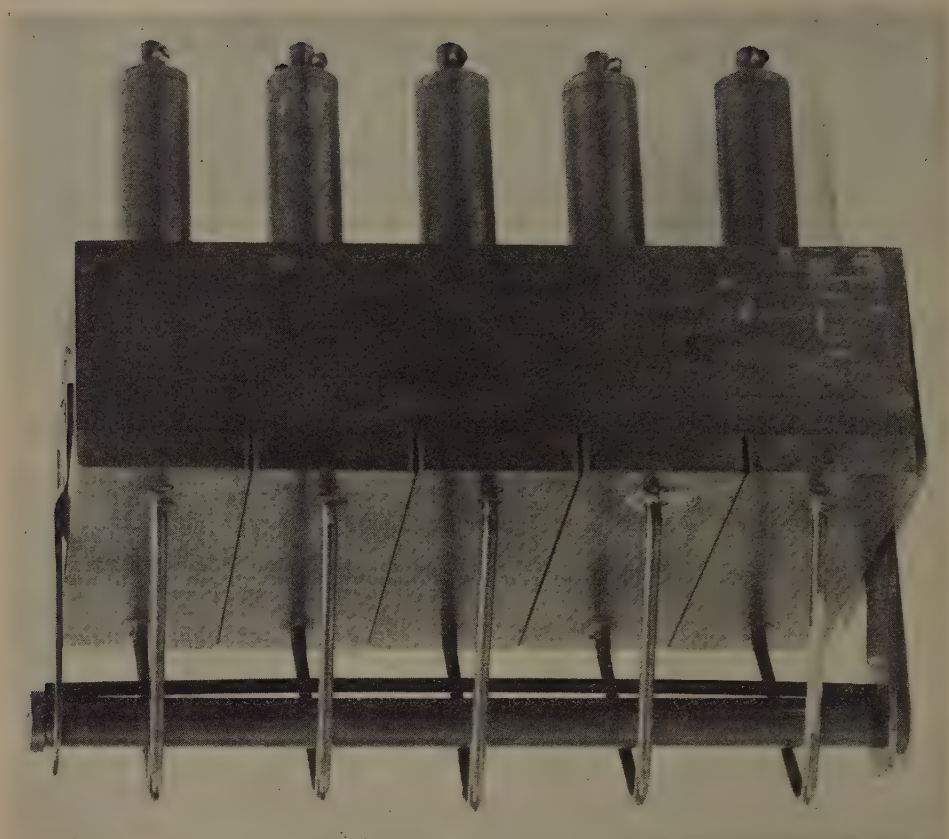


Figure 2.

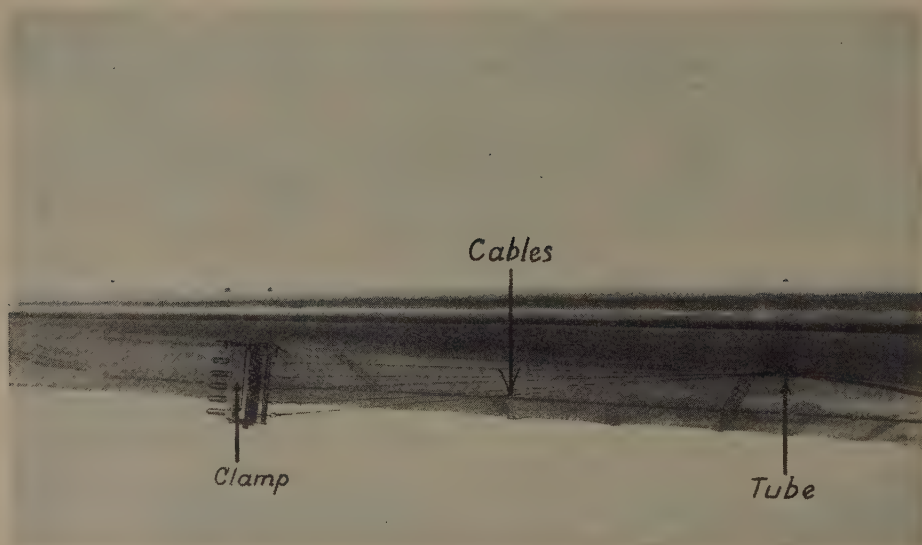


Figure 3.

M. A. VAN OVEREEM: A SAMPLING-APPARATUS FOR AEROPLANKTON.

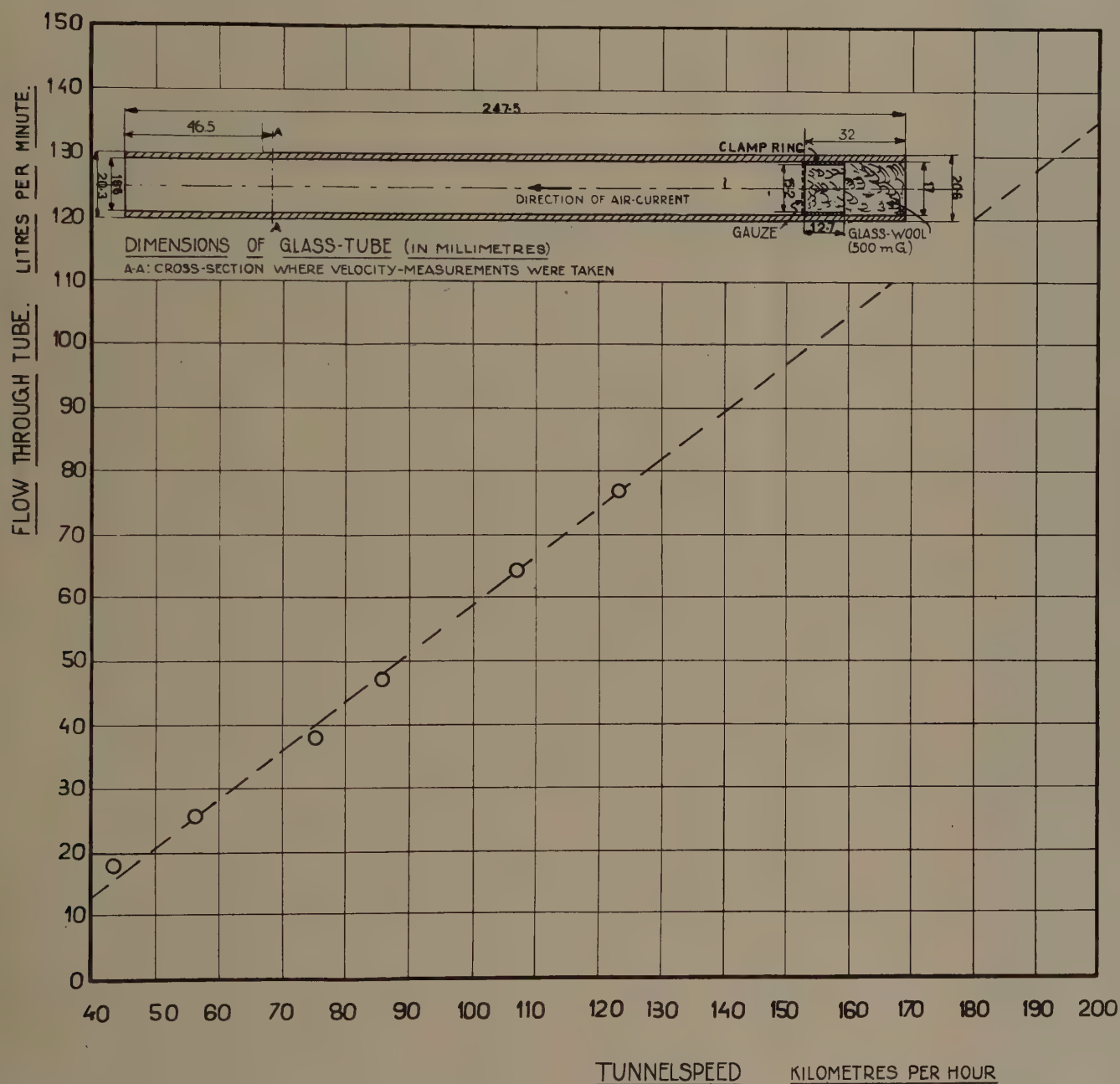


Figure 4.

flight the tubes may be taken out of the box by removing bar S.B. (Figure 1), the absorbing mass shaken out into sterile water and this water may be divided over suitable nutrient media.

First of all the most suitable absorbent material was sought for. Through the kindness of the Direction of the Laboratory of Aerodynamics, Technical College, Delft, and Mr. G. BROERSMA, assistant at that Laboratory, the filtration-intensity of air through various absorbent materials was investigated in the wind tunnel in an air current of 35 m/sec.

Nature of substance	Diameter tube	Material spaced over	Amount of material	Filtering capacity in liter/minute
Sand	15.2 mm	10 mm	—	12
Asbestos fibre	15.2 „	30.5 „	500 mgr	37.5
Glass wool	15.2 „	32 „	500 „	77.5

The filtration-resistance in glass wool proved to be least of the three materials tested. Air samples taken from the roof of the laboratory and from a plane showed that glass wool and asbestos have a similar absorptive capacity for germs, but that fewer organisms were caught in a filter of 1 cm of sand as in 3 cm of glass-wool. Because of the slight filtration-resistance of the latter substance, but also because of the fact that asbestos fibre, when shaken with water, forms a cloudy suspension, which has to be filtered prior to culturing, we decided on glass wool as absorbing substance. Mr. BROERSMA, moreover, had the kindness to test the filtration-capacity of a length of 32 mm of glass wool in a tube at various "tunnel-speeds" (speed of air in windtunnel). Figure 4 shows the results of this experiment. Mr. BROERSMA states:

"With respect to the calibration of the flow through the tubes of the instrument only results of preliminary measurements made in the Laboratory for Aero- and Hydrodynamics at Delft on a single tube of approximately the same diameter and thickness but of a length which was a multiple of the length of those used in the instrument are given.

Characteristic of the results attained is the straight line in the diagram given as Figure 4 which approximately represents the connection between the flow through the tube as an interpolation of the measured points which are indicated separately.

It should be noted that when applying the different curves to the instrument interaction of the various tubes and other parts of the instruments as well as interference of the flow around the wing of the airplane to which the instrument is fixed with the flow around the instrument is not accounted for.

The results derived from the measurements on the single tube should be

taken as a rough approximation only giving an idea of the order of magnitude.

Moreover attention is drawn to the fact that the highest tunnelspeeds were of the order of 130—140 kilometres per hour whereas the speed of the airplane is up to 170—180 kilometres per hour. For the higher speeds it has been assumed for the present that the connection between the flow through the tube and the speed of the airplane remains linear.

In consideration of the facts mentioned it seems desirable to perform velocity measurements of the flow through the tubes with the instrument fixed to the airplane in flight or at least to make measurements on the tubes in the instrument suspended in the windtunnel."

Contents of tube: 500 milligrammes of glass wool spread out over 32 millimeters. Temperature 13.9° C., Barometer 750.0 mm. Density 0.1236 KGM—⁴ sec.² (NEWTON).

The windtunnel was placed at our disposal for yet another experiment. In order to ascertain whether the closed compartments of our apparatus remained sterile in an air current a concentrated suspension of spores of *Penicillium glaucum* were blown into the tunnel by means of a spray.

The tubes were provided with glass wool, the instrument was mounted in the centre of the tunnel. Compartments 2 and 4 were opened, while 1, 3 and 5 remained closed.

In an air current of a velocity of 35 meters/second approximately 1 m³ was allowed to pass the filter-mass, after which the mass was shaken with 15 cc of sterile water for 15 minutes. 1 cc of water was used to infect plates of malt-agar and broth-agar.

Results after two days incubation at 25° C.:

Compartment	Colonies on malt-agar	Colonies on broth-agar
1	0	0
2	130	160
3	0	0
4	120	170
5	0	0

The unexposed compartments apparently remained sterile, while the exposed compartments showed from 1800—2500 viable colonies per cubic meter.

The experiment was repeated with a yeast-suspension, compartments 1, 3 and 5 being opened this time. These compartments were shown to be heavily infected while the contents of compartments 2 and 4 remained sterile.

The Commanding Officer of the Aviation Division at Soesterberg:

Colonel P. W. BEST actively collaborated by detailing Lt. E. VISCH, Chief of the Meteorological Service and Lt. G. OPPENHUIZEN to collect the air samples and gather meteorological data at the time and place of sampling. We wish to thank these gentlemen and particularly Lt. VISCH for their unfailing and enthusiastic help.

As an infection by the pilot had to be excluded as far as possible, the instrument was mounted by means of two clamps under the lower wing of a Type F. C. V. Rolls-Royce 450 H. P. biplane (Figure 3) by the Technical Service at Soesterberg. Five thin steel cables of different colour connect the clamps of the individual compartments with the cabin where they may be opened at the desired altitude. The air current comes in immediate contact with the glass wool. Before mounting the apparatus is sterilized in the autoclave for 30 minutes at 120° C.

Before the sampling experiments were started a control flight was made in order to ascertain whether the results would become unreliable by infection from the ground or from the plane.

As long as the plane is „taxi-ing” over the field, the apparatus is covered by means of a bag, which is removed when the plane is clear from the ground. While mounting to the desired altitude (5000 m) the apparatus and the plane are „washed” in an air current. Incubating filters from exposed compartments on organic media none or very few bacteria, yeasts or fungi could be raised from air sampled at 5000 meters altitude, while air sampled at 75 meters altitude during the same flight showed the presence of a copious number of organisms. One compartment was kept closed as control and remained sterile. The experiment was repeated three times with similar results. At 200 meter level a large amount of organisms were found.

Records of two flights are given in Figures 5 and 6. The velocity varied

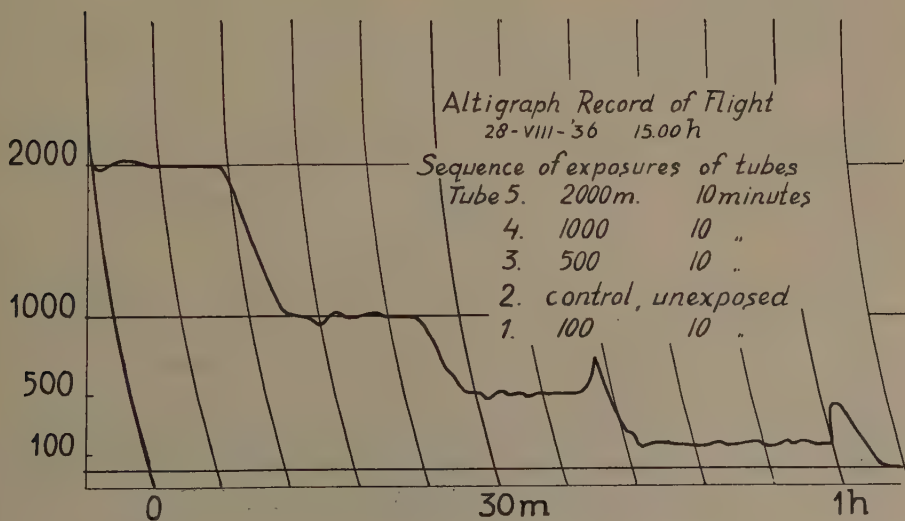


Figure 5.

from 162 km/hour to over 200 km/hour at 5000 meter altitude, ten minutes sampling being sufficient to filter about one cubic meter of air.

The meteorological data of the flight of August 28—8—36 (Figure 5) are represented graphically in Figure 7. Cloudiness, visibility, wind direction and -velocity were also determined.

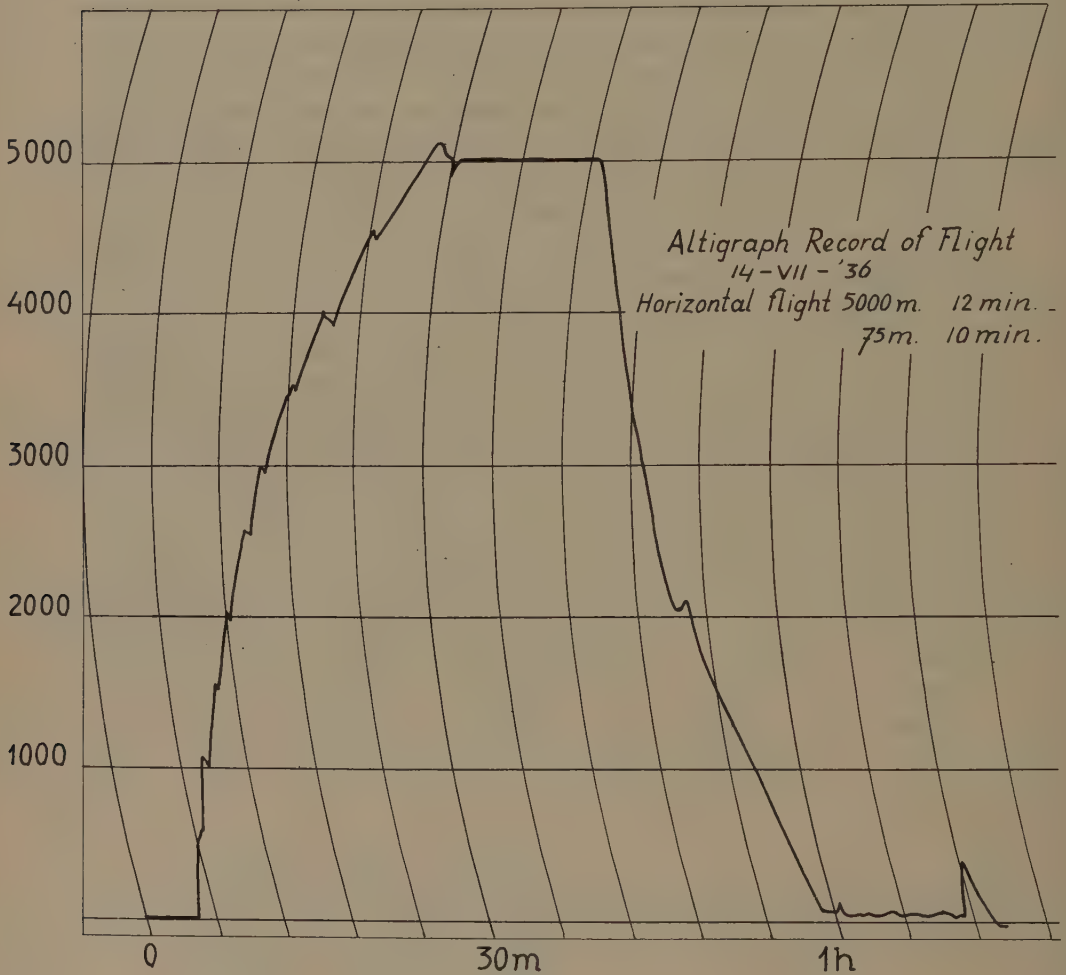


Figure 6.

A final calibration of our apparatus combined with detailed meteorological observations and, most important of all, a continued series of observations will enable us in the end to perform quantitative experiments from which reliable conclusions may be deduced.

Thus far, only qualitative work has been performed. As the character of the organisms obtained depends entirely upon the nature of the nutrient medium employed, we will defer a description of our further methods to another publication. Suffice it to say that various species of green algae

have been obtained by us from the 2000 meter level and that from the same altitude moss protonema developed which, transferred to a solid medium, has yielded fair-sized moss plants.

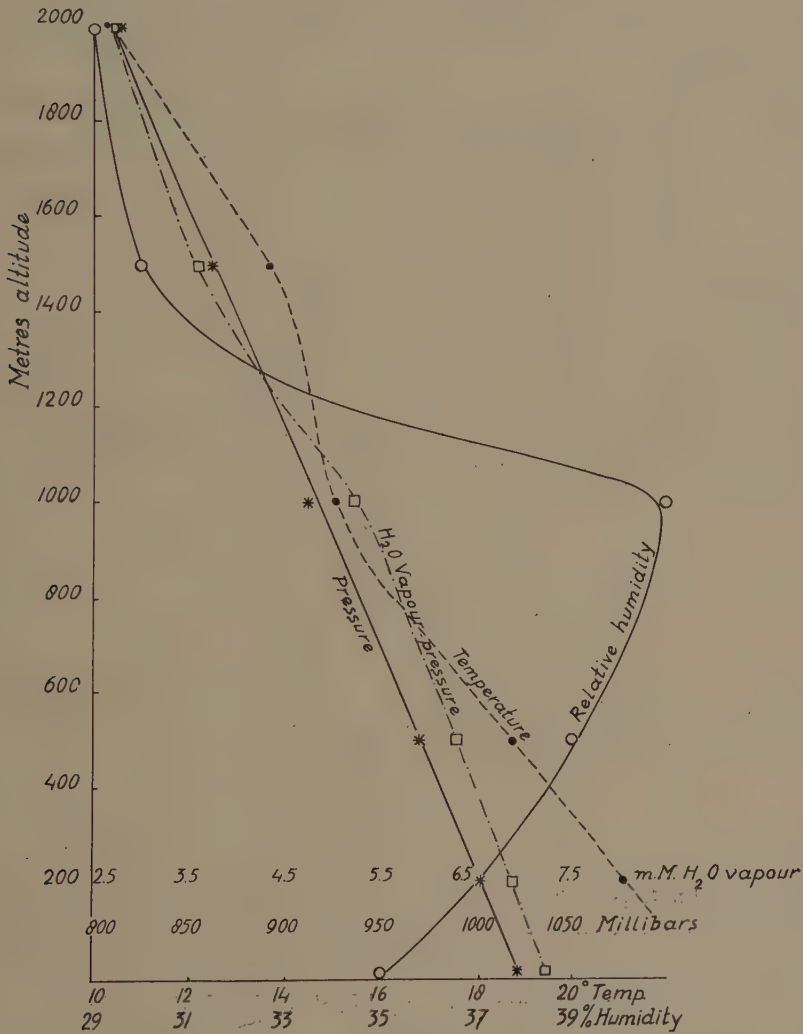


Figure 7.

LITERATURE.

1. BAAS BECKING, L. G. M. (1934), *Geobiologie*. 's Gravenhage, Van Stockum & Zn.
- 2a. BERLAND, L. (1933), *Le Plankton aérien*. La Nature. 2nd Sem.
- 2b. BERLAND, L. (1934), *Recherches en avion sur la Faune de l'atmosphère*. La Nature.
3. BEYERINCK, M. W. (1921), *Verzamelde Geschriften*. Bd. I, 368; Bd. V, 119. 's Gravenhage, Martinus Nijhoff.
4. BLACKTIN, S. C. (1934), *Dust*. London, Chapman and Hall.
5. KUFFERATH, H. (1930), *La Culture des Algues*. Paris, Publ. Rev. Alg.

6. MEIER, F. C. and C. A. LINDBERGH (1935), Collecting micro-organisms from the Arctic Atmosphere. *The Scientific Monthly* **40**, 5.
7. MOLISCH, H. (1922), *Populäre biologische Vorträge*. Jena, Gustav Fischer.
8. PASTEUR, L. (1922), *Oeuvres de Pasteur*. Tome II, 210.
- 9a. PROCTOR, B. E. (1934), The Microbiology of the Upper Air. I. *Proc. of the Am. Ass. of Arts and Sc.* **69**, 8.
- 9b. PROCTOR, B. E. (1935), The Microbiology of the Upper Air. II. *Journ. of Bact.* **30**, 363.
10. PUSCHKAREW, B. M. (1913), Ueber die Verbreitung der Süßwasserprotozoen durch die Luft. *Archiv. f. Protist.k.* **28**, 323.
- 11a. SAITO, R. (1904), Untersuchungen über die atmosphärischen Pilzkeime. *J. Coll. Sc. Univ. Tokyo*, **18** (Art. 5).
- 11b. SAITO, R. (1906), Untersuchungen über die atmosphärischen Pilzkeime. *Bot. Mag. Tokyo*, **20**, 57.
- 11c. SAITO, R. (1908), Untersuchungen über die atmosphärischen Pilzkeime. *J. Coll. Sc. Univ. Toyko*, **23** (Art. 15).
- 11d. SAITO, R. (1922), Untersuchungen über die atmosphärischen Pilzkeime. *Jap. Journ. Bot.* **1**.
12. V. SCHELHORN, M. (1936), *Zur Oekologie und Biologie der Erdalgen*. Freising. München, Datterer & Cie.
13. STAKMAN, E. C. (1923), Spores in the Upper Air. *Journ. of Agric. Res.* **24**, 599.
14. STEVENS, A. W. (1936), Man's farthest Aloft. *The Nat. Geogr. Mag.* Jan. 81.

Leiden, Botanical Institute of the University.

Geology. — *Beitrag zur Kenntnis der Lepidocycliniden.* Von TAN SIN HOK. (Communicated by Prof. H. A. BROUWER.)

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

Seit einiger Zeit hat Verfasser sich mit der Erforschung des Werdeganges verschiedener Grossforaminiferen beschäftigt. In erster Linie bezweckten die Untersuchungen das Auffinden von Kriterien, womit man zu einer mehr historisch geologisch orientierten Gliederung dieser sehr wichtigen Tertiärformen kommen kann, d.h. das Blickfeld wurde sehr stark auf die Orthogenesen eingestellt.

Die Studien ergaben die wichtige Tatsache, dass Vertreter wesentlich verschiedener Baupläne sich in ähnlicher Weise abwandeln können, ohne dass von umweltbezogenen Veränderungen die Rede zu sein braucht. In diesen typenmässig gebundenen Parallelismen erkennt man das Vorhandensein autonomer Entwicklungsgesetze, deren Wirkung eben die Orthogenesen bedingt. Ich nenne z.B. das Gesetz der nepionischen (nep.) Beschleunigung.

Es wird sich zeigen, dass die Umbildung der Miogypsiniden bzw. der Cameriniden im Vergleich mit der der Lepidocycliniden — diese Familie ist weiter unten zu definieren — mehr gemeinsame Züge zeigt, als ich

bei der Abfassung der Arbeit (1936b, Schlussteil, S. 109 ff.) wohl gedacht habe. Die Ergänzungen verdanken wir der vor kurzem erschienenen Veröffentlichung BARKER und GRIMSDALES, 1936. Ihre Ansichten hinsichtlich der Zusammenhänge zwischen den primitiven Lepidocycliniden können leider nur zum Teil übernommen werden, anderenteils bedarf ihre Begründung einer Ergänzung.

Vergleicht man die Aufeinanderfolge der Formen in ihrem phylogenetischen Schema auf S. 244 (Tabelle Ia dieser Arbeit) mit dem tatsächlich nachgewiesenen Alter, wie dies aus B. und GR.'s Text und Figurenerklärungen zu schliessen ist, so ergibt sich folgendes:

a. *Amphistegina lopeztrogoi*, d.h. die angeblich älteste Stufe, findet sich in jüngeren Schichten, als die als spezialisierter aufzufassenden *Helicosteginen* (vgl. B. und GR., S. 245).

b. Die Einzelheiten der stratigraphischen Aufeinanderfolge der Eulinderinen und Helicolepidinen sind zu wenig, die der Polyepidinen zu ungenügend bekannt, um ohne weiteres die Stufenfolge im Entwurf erhärten zu können.

c. Es gibt mehrere Fälle eines Zusammenauftretens von Stufen verschiedener Entwicklungshöhe, die im Schema unberücksichtigt gelassen sind, nämlich *Eulind. semiradiata* mit *Eulind. gayabalensis* var. *regularis* (Fundstelle 9); *Polylep. discoidalis* mit *Polylep. chiapasensis* (Fundstelle 5) bzw. *Polylep. proteiformis* (Fundstelle 17 und 18), sowie die im Text (S. 245) mitgeteilte Koexistenz von Eulinderinen mit primitiven Polyepidinen.

Allerdings sei bemerkt, dass die Aufeinanderfolge von *Helicosteg. gyralis* und *Helicosteg. dimorpha* dem tatsächlichen stratigraphischen Befund entspricht.

B. und GR.'s Entwurf würde befriedigender sein, wenn sie die Aufeinanderfolge der *ersten Erscheinung* der verschiedenen Stufen gegeben und jede Stufe mit einer eigenen Linie dargestellt hätten (vgl. Tabelle Ib dieser Arbeit). Wie dem auch sei, es leuchtet ein, dass die Stufenfolge in B. und GR.'s Schema wesentlich nur vergleichend morphologisch begründet wurde. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, dass Unstimmigkeiten zwischen in dieser Weise erreichten Ergebnissen und dem empirisch stratigraphischen Befund durchaus zu erwarten sind, besonders, wenn letzterer noch wenig vollkommen ist (vgl. TAN 1936 b, S. 98). Die kritische Nachprüfung der Angaben B. und GR.'s, wobei die vorzügliche Bebilderung der Arbeit gut zustatten kam, ergab folgendes¹⁾.

Die Herkunft der *Helicosteginen* von *Amphistegina* überzeugt; nur sei erwähnt, dass Gegensepten höchstens für die älteren bzw. für gewisse

¹⁾ Die vollständige Begründung vorliegender Darlegungen wird in der Natuurk. Tijdschr. Ned. Indië (1936) erscheinen.

Gruppen von *Amphisteginen* charakteristisch sein können, fehlen sie doch dem Stück CARPENTERS der Taf. 13, Fig. 25. Ferner sind zweikammerige Initialapparate bei zu zahlreichen Gruppen ausgebildet (*Camerina*, *Lepidocyclina*, *Miogypsina*, *Cycloclypeus*, usw.), um die Abstammung der *Helicosteginen* von *Amphistegina* erhärten zu können. Das Fehlen von intraseptalen Lumina besagt, dass *Rotalia* als Stammform nicht in Frage kommt.

Abweichend von den Ansichten B. und GR.'s zweigen sich die *Lepidocyclininen*- und *Helicolepidininen*-Reihe unmittelbar von *Amphistegina* ab. Diese Reihen unterscheiden sich in der Weise der Ersetzung des *Amphistegina*-Zentrums durch den Abschnitt mit kleinen Aequatorialkammern (Aeqkk.; Einzahlsform: Aeqk.). Bei den primitiven *Lepidocyclininen* (vgl. *Helicostegina dimorpha* B. und GR. z.B. der Taf. 34, Fig. 9, ferner die *Eulinderinen*) werden letztere nicht eher gebildet, als wenn das Dorsalband der *Amphistegina*-Windung verschwunden ist. Dieses Verschwinden ist ein tatsächliches und nicht der Orientierung des Schnittes zuzuschreiben (vgl. B. und GR.'s Taf. 34, Fig. 7). Bei den *Helicolepidinen* beobachtet man hingegen das Vorhandensein von kleinen Aeqkk. innerhalb des Dorsalband-führenden Schalenabschnittes (vgl. B. und GR.'s Vertikalschnitt der *Helicostegina gyralis* auf Taf. 32, Fig. 4, des weiteren ihre Mitteilung (S. 236), wonach bei dieser Art „peripherally in the last coil of adult specimens, the chambers are subdivided.....“, vgl. ferner *Helicolepidina* TOBLER). Allerdings sei bemerkt, dass bei den fortgeschrittenen *Lepidocyclininen*, d.h. den eigentlichen *Lepidocyclinen* (emend. TAN), die Wechselbeziehung zwischen Dorsalband und kleinen Aeqkk. im allgemeinen nicht unmittelbar erkennbar ist, da im Zusammenhang mit der nepionischen Beschleunigung das Dorsalband völlig oder fast völlig reduziert ist. Die Verhältnisse bei *Helicolepidina paucispira* sind weiter unten zu erläutern.

Helicostegina gyralis B. und GR. ist aus diesem Grunde von *Helicosteg. dimorpha* zu trennen und zwar ist sie der Genotypus der *Helicolepidinoides* nov. gen. Diese neue Gattung unterscheidet sich von *Helicolepidina* TOBLER durch das Fehlen von Lateralkammern (Latkk.; Einzahlsform: Latk.). Sie verhält sich zu *Amphistegina* wie *Heterostegina* zu *Operculina*. Allerdings sei bemerkt, dass bei *Helicolepidinoides* im Gegensatz zu *Heterostegina* im Abschnitt mit kleinen Aeqkk. keine Primärsepten mehr zu finden sind. Dies hängt mit dem Umstand zusammen, dass bei ersterer das *Amphistegina*-Septum nur von einer basalen Mundöffnung durchbohrt ist, während weitere Stolonen fehlen. In den Primärsepten bei *Heterostegina* beobachtet man hingegen beides.

Helicostegina dimorpha B. und GR. entspricht grundsätzlich den *Eulinderinen*, nur ist die ontogenetische (d.h. die para-nep.) Stufe, die die Grundlage für den konzentrischen (neanischen) Wuchs schafft, noch nicht vollendet. Allerdings dürfte dem Stück der Taf. 34, Fig. 7 bei B. und GR. ein schmaler neanischer Kragen eigen sein. M. E. vertritt

vorliegende Art eine echte *Eulinderina*, anders gesagt, die Gattung *Helicostegina* ist ein Synonym von *Eulinderina*. Der letzte Name ist beizubehalten. Zwischen „*Helicosteg.*“ *dimorpha* und den *Eulinderinen* findet man ein anderes Verhältnis als zwischen *Heterostegina praecursor* TAN (1932) und den *Cycloclypeen*. Erstere kann niemals zu einem *Cycloclypeus* auswachsen, bei genannter *Helicosteg.* ist dies in Bezug auf die *Eulinderinen* wohl der Fall. Zwischen *Amphistegina* und *Eulinderina* findet man etwa dieselbe Beziehung wie zwischen *Rotalia* und *Miogypsinoidea* Y. und HANZ.

Verfolgen wir den Wandel der *Eulinderinen* und *Helicolepidinoiden* einzeln. Die *Eulinderinen* setzen sich aus Arten zusammen, deren trochoide nep. Aufrollung nicht immer deutlich ist und deren neanischer Kragen breit sein kann (vgl. *Eulind.* (= *Helicosteg.*) *dimorpha* mit *Eulind. gayabalensis* var. *regularis* (B. und GR.'s Taf. 34, Fig. 7 mit Taf. 35, Fig. 4, 5). Wir werden darlegen, dass es sich hier sehr wahrscheinlich um phylogenetische Umbildungen handelt.

Bei *Eulinderina semiradiata* B. und GR. findet man ausserdem Latkk. Meine Ergebnisse der Untersuchung der *Miogypsinae* (1936 b) haben ergeben, dass der Besitz von Latkk. ein sehr wichtiges Merkmal darstellt, das auf dem Hinzukommen neuer Potenzen beruht. Wie dem auch sei, schon aus dem Grunde, dass Latkk. einer der charakteristischsten Züge der *Lepidocyclinen* darstellen, ist eine Zuordnung von *Eulinderina semiradiata* zu „*Polylepidina*“, d.h. *Lepidocyclina* (emend. TAN) folgerichtig und keine Geschmackssache, wie B. und GR. meinten (S. 239). Eine entsprechende Gliederung wurde ja auch bei *Miogypsina* in Bezug auf *Miogypsinoidea*, *Spiroclypeus* in Bezug auf *Heterostegina* durchgeführt! „*Eulinderina*“ *semiradiata* verhält sich zu den echten *Eulinderinen* wie *Miogypsina primitiva* TAN zu den *Miogypsinoidea*.

Die von B. und GR. veröffentlichten Stücken der „*Polylepidina chiapasensis*“ unterscheiden sich von *Lep.* (= *Eulind.*) *semiradiata* durch den Verlust des trochoiden nep. Anfangs und der Gegensepten, des weiteren durch die weitgehende Reduktion der *Amphistegina*-Spirale, wobei sogar das Spiralband völlig verschwinden kann (B. und GR.'s Taf. 35, Fig. 7). Am Stück dieser Figur beobachtet man um den Embryonalapparat (Embapp.) sogar zwei statt einer einzigen nep. Spirale. Bemerkt sei, dass diese Unterschiede völlig mit Evolutionsgesetzen erklärt werden können.

Die Stücke der „*Polylep.*“ *chiapasensis* B. und GR. non VAUGHAN gehören zwei nep. Typen an. Fig. 7 der Taf. 35 zeigt zwei nep. Spiralen, d.h. einen orbitocyclinen, Fig. 8 derselben Tafel nur eine einzige Spirale, d.h. einen „reduzierten *Eulinderina*“ nep. Apparat, während die Rückwand des Embapp. und der l. nep. Kammer noch verdickt ist (= das Dorsalband). Einen reduzierten *Eulinderina*-Apparat beobachtet man auch bei „*Polylep. chiap.*“ var. *subplana* B. und GR. (Taf. 35, Fig. 6; Taf. 37, Fig. 2). Diese Anordnungsweise entspricht dem *borneensis*-Typus bei

den Miogypsiniden! Es sind dies andere nep. Anordnungen als diejenige, welche man bei topotypischen Stücken des Arttypus von „*Polylep.*“ *chiapasensis* VAUGH. oder bei „*Polylep.*“ *proteiformis* VAUGH. erkennen kann (vgl. TAN 1935, S. 116 ff.). Hierum sind B. und GR.'s Stücke neu zu benennen, nämlich *Lepidocyclus grimsdalei* nov. (Taf. 35, Fig. 7) und *Lep. barkeri* nov. (Taf. 35, Fig. 8), während der Ansicht B. und GR.'s entsprechend, man die var. *subplana* zu letzterer Art bringen muss, ohne mich damit über die Richtigkeit dieser Zuordnung aussprechen zu wollen.

Für die weitere Abwandlung der Lepidocyclinen vgl. meine Arbeiten 1935 und 1936 a, während der Wert der Embapp. als Untergattungsmerkmal in 1936 b, S. 119, besprochen wurde.

Erörtern wir nun die Abwandlung der Helicolepidinen. *Helicolepidina* TOBLER des *spiral*-Typus unterscheidet sich von *Helicolepidinoides* nov. durch den Besitz von Latkk., ferner durch das Fehlen eines trochoiden Anfangs und von Gegensepten. Diese Abweichungen sind aber phylogenetisch zu deuten. Nach VAUGHANS Bearbeitung der *Helicolepidina nortoni* VAUGH. (1936) soll das Stolonensystem der Helicolepidinen mehr demjenigen des *Actinosiphon* nähern, während es auch radial orientierte Stolonpaare geben soll. Das Vorhandensein von *Actinosiphon*-Stolonen bedarf aber der weiteren Begründung, müssen sie doch an den Kanada-Balsam-Präparaten VAUGHANS häufiger ersichtlich sein, wenn sie tatsächlich vorhanden wären. Und was das radiale Stolonpaar betrifft, sei bemerkt, dass bei den orbitocyclinen, polylepidinen Lepidocyclinen, Eulinderinen und sehr wahrscheinlich auch bei den Helicolepidinoiden es ebenfalls zu finden ist. Jede Aeqk. dieser Formen besitzt ja zwei Stolonen, d.h. einen der im Proximalende derjenigen Kammer liegt, woraus das Plasma zur Bildung der berücksichtigten Kammer hervorquoll und einen zweiten, der das Proximalende der Wand durchbohrt, die die betreffende Kammer nach vorne abschliesst. Diese zwei Stolonen bilden, falls sie im Vertikalschnitt ersichtlich sind, das radiale Stolonpaar!

Zwischen *Helicolepidinoides* und *Helicolepidina* sind noch folgende Uebereinstimmungen vorhanden, nämlich intraseptale Lumina fehlen und die nep. Septen stehen nach der Weise der Amphisteginen schräg nach vorn.

Verhält sich *Helicolepidinoides* zu *Amphistegina* wie *Heterostegina* zu *Operculina*, zwischen *Helicolepidina* und *Helicolepidinoides* findet man dieselbe Beziehung wie zwischen *Spiroclypeus* und *Heterostegina*, *Miogypsina* zu *Miogypsinoides*, oder *Lepidocyclus* zu *Euliderina*.

Helicolepidina paucispira zeigt ein Zentrum, das dem der *Helicolepidina polygyralis* entspricht. Von dem der *Helicolepidina spiral* unterscheidet sie sich durch den Besitz von ungegliederten *Amphistegina*-Kammern im nep. Apparat (vgl. Taf. 38, Fig. 4), die der *Helicol. spiral* fehlen (vgl. TOBLER 1922, Fig. 3, S. 382). Das Verhältnis des *paucispira*-Typus zu *Helicolep. polygyralis* ist das von *Cycloclypeus* zu *Heterostegina*. Aus

diesem Grund betrachte ich B. und GR.'s *Helicolepidina paucispira* als Genotypus von *Helicocyclina* nov. gen. Diese neue Gattung unterscheidet sich von Lepidocyclinen mit einem *Eulinderina*-nep. Apparat (z.B. *Lep. semiradiata*) durch den Besitz von kleinen Aeqkk. in dem Dorsalband-führenden meta-nep. Zentrum, von *Helicolepidina* TOBLER durch den neanischen konzentrischen Wuchs. Sie ist bestenfalls auf *Helicolepidina polygyralis* zurückzuführen, obgleich eine unmittelbare Ableitung von *Helicosteginoides* z.Z. nicht ausgeschlossen werden kann.

Zusammenfassend ergibt sich, dass auf das Vorhandensein zweier von *Amphistegina* ausgehenden Reihen geschlossen werden muss, d.h. die Stammreihe Lepidocyclininen und die der *Helicolepidininen*. Erstgenannte lässt sich folgenderweise darstellen: *Amphistegina* → *Eulinderina* → *Lepidocyclina*, und die andere: *Amphistegina* → *Helicolepidinoides* → *Helicolepidina*, während eine Nebenreihe der *Helicocyclina* sich von *Helicolepidina*, möglicherweise schon von *Helicolepidinoides* abspaltete. Beide Hauptreihen bilden zusammen mit der Nebenreihe die Familie der *Lepidocyclinidae*.

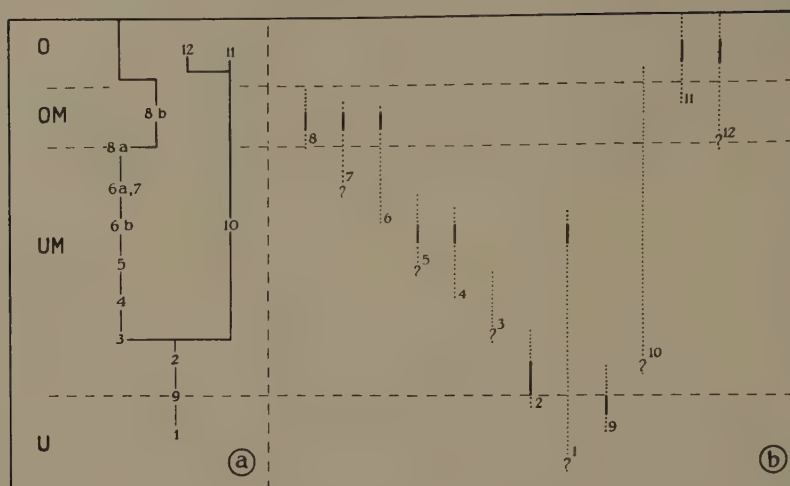
Aus vorstehenden Darlegungen erfolgt aber auch, dass diese Stammreihen in verschiedenen Hinsichten näher begründet werden müssen. Dies dringt um so mehr, da orbitocycline Lepidocyclinen (*Lep. minima* (H. DOUV. 1927), *Lep. nortoni* (VAUGH. 1929)) schon in der oberen Kreide Mittelamerikas nachzuweisen sind. Dabei handelt es sich um fortschrittlichere Formen, als *Eulinderina* oder *Amphistegina*! Man kann jedoch fragen, ob dieser Widerspruch geologisch-stratigraphisch wohl völlig bewiesen ist? Falls dies der Fall ist, so vertreten diese cretaceischen Formen Nebenreihen (vgl. auch „*Lepidorbitoides*“) oder „konsequente“ Bildungen (vgl. weiter unten).

Wenn auch der Wert vergleichend morphologischer Argumente kaum angezweifelt werden kann, so ist doch zuzugeben, dass zuverlässige Ergebnisse nur möglich sind, wenn wir alle morphologischen Einzelheiten berücksichtigt und keine übersehen haben. Kennen wir aber nicht mal die Weichteile der Formen! Dies ist nun die schwache Stelle unserer Darlegungen. Berücksichtigen wir darum die bei anderen Foraminiferengruppen erreichten Ergebnisse, sowie die Hinweise, die die jüngeren Lepidocyclinen bezüglich ihrer Herkunft liefern!

Das Studium der Cycloclypeen, Miogypsiniden und der jüngeren Lepidocyclinen ergab das Gesetz der nep. Beschleunigung. Bei den Stammreihen der primitiven Lepidocycliniden erkennt man dieses Prinzip aus dem Vergleich der *Eulinderinen* mit den jüngeren Lepidocyclinen des *discoidalis*- bzw. *proteiformis*-nep. Typus (siehe B. und GR.'s, Taf. 36, Fig. 4, 5) ¹⁾, ferner aus *Helicolepidinoides gyralis* in Bezug auf die

¹⁾ Vgl. auch die Mitteilung B. und GR.'s auf S. 241, wonach „*Polylepidina chiapasensis*“ „stratigraphically..... the earliest (species) found in Mexico“ darstellt.

TABELLE Ia, b.



ERKLÄRUNG DER TABELLE.

a = BARKER und GRIMSDALES, *b* = meine Auffassung. Das Alter der Arten ist der Arbeit BARKER und GRIMSDALES entnommen. O = oberes Eoc.; OM = oberes Mitteleoc.; UM = unteres Mitteleoc. und U = Untereoc.

- 1 = *Amphistegina lopeztrigoi*.
- 2 = *Eulinderina* (= *Helicostegina* B. und GR.) *dimorpha*.
- 3 = " *gayabalensis*.
- 4 = " *gayabalensis* var. *regularis*.
- 5 = *Lepidocyclina* (= *Eulinderina* B. und GR.) *semiradiata*.
- 6 = *a*: " *barkeri* (= *chiapasensis* B. und GR. pars).
- b*: " " var. *subplana*.
- 7 = " *grimsdalei* (= *chiapasensis* B. und GR. pars).
- 8 = *a*: " *discoidalis*.
- b*: " *proteiformis*.
- 9 = *Helicolepidinoides* (= *Helicostegina* B. und GR.) *gyralis*.
- 10 = *Helicolepidina polygyralis* (Diese Art soll in der ober-eocänen „Socorro-Series“ von Ecuador vorhanden sein (BARKER 1932, S. 305).
- 11 = *Helicolepidina spiralis*.
- 12 = *Helicocyclina* (= *Helicolepidina* B. und GR.) *paucispira*.

Der Anfang und das Ende der Vertikallinien sind hypothetisch, bestenfalls geben sie die Reihenfolge der ersten Erscheinung richtig wieder, wenigstens, wo ein Fragezeichen fehlt. Die vollen Linien geben an, wo die Arten von BARKER und GRIMSDALE nachgewiesen wurden. Das Zusammenauftreten von 1, 4 u. 5 beruht auf Fundstelle 9, das von 11 u. 12 auf Fundstelle 8, während das von 6, 7 mit 8a auf Fundstelle 5, und das von 8a mit 8b auf Fundstellen 17 u. 18. Es gibt, wie aus verschiedenen Stellen bei B. und GR. folgt, noch mehrere stratigraphische Daten, als die hier berücksichtigten. Ich konnte sie aber nicht verwerten, da ihre Einzelheiten nicht bekannt gegeben wurden. Es ist nun nicht ausgeschlossen, dass die Übereinstimmung der Deutungs- mit den empirischen Ergebnissen eine bessere ist, als sich wohl aus der Tabelle erweist, vgl. z.B. die Mitteilung der Koexistenz der Eulinderinen mit den Polylepidinen (B. und GR., S. 245) und dass „*Polylepidina chiapasensis*“ der älteste Vertreter ihrer Gruppe in Mexico darstellt (S. 241).

jüngeren Helicolepidinen des *spiralis*-Typus. Diese zwei Beispiele erlauben, im Zusammenhang mit den betreffenden Ergebnissen bei anderen Grossforaminiferen, schon den Schluss, dass das Prinzip der nep. Beschleunigung auch bei den primitiven Lepidocycliniden wirksam war. Sie besagen auch, dass die anderen von B. und GR. angeführten Formen, gemäss ihrer nep. Entwicklungshöhe, angeordnet werden dürfen, auch wenn ihre Vertikalverbreitung nur wenig bekannt ist. Das Ergebnis dieser Untersuchung findet man in Tabelle I b. Bemerkt sei, dass verschiedene Arten z.Z. nicht genau einzureihen sind, weil ihre nep. Entwicklungshöhe noch der näheren Untersuchung bedarf (z.B. *Eulind. gayabalensis* in Bezug auf ihre var. *irregularis*, oder *Lep. barkeri* im Vergleich mit ihrer var. *subplana*. Die vollständige Begründung der Tabelle I b ist a.a.O. zu geben.). Es ergibt sich auch, dass die von B. und GR. angegebene Stufenfolge in der Hauptsache bestätigt werden kann, insofern man diese als die Aufeinanderfolge der ersten Erscheinung der Typen auffasst. Die auf der trochoiden Aufrollung des nep. Apparates und auf den Gegensepten beruhenden Unterschiede lassen sich nun auf phylogenetische Akzelerationen zurückführen. Hinsichtlich des Verlustes des trochoiden Anfangs sei an dieselbe Erscheinung bei den Miogypsinoiden erinnert (TAN 1936 b, S. 97) und was der Verlust der Gegensepten betrifft, weise ich auf die Eulinderinen selbst hin. Untersuchen wir nämlich ihre Septen, d.h. die schon einen Proximalstolo zeigen (das 4. Septum des Stückes der Fig. 1, Taf. 37, das 7. desjenigen der Taf. 37, Fig. 4 und das 7. bis 10. des Stückes der Taf. 37, Fig. 5 bei B. und GR.), so ergibt sich, dass Gegensepten hier *nicht mehr* vorhanden sind, wohl aber in dem früheren nep. Abschnitte. Es handelt sich somit um eine Reduktion. Hinsichtlich der Vermehrung der nep. Spiralen bei *Lep. grimsdalei* nov. verweise ich auf meine Arbeit 1935 b.

Ueber die Herkunft der Lepidocycliniden kann man aus den mikrosphären Lepidocyclinen schon schliessen, dass sie von spiralgewundenen, einen Dorsalband-führenden Formen abgeleitet sein müssen (z.B. TAN 1934, Abb. 4 auf S. 208; Taf. 2, Fig. 2). Gelegentlich des Vergleiches der Miogypsiniden mit den Lepidocyclinen (1936 b, S. 118) wies ich bereits darauf hin, dass die Umbildung des orbitocyclinen zum polylepidinen Apparate auf der Entstehung eines zweiten Stolo in der Embryonalkammer (Embk.) II beruht, d.h. es handelt sich um dieselbe Umwandlung, die vom *ecuadorensis*- zum *indonesiensis*-Apparat bei den Miolepidocyclinen führt. 1935 b (Fussnote 11, S. 123) vertrat ich die Auffassung, dass die Lage der Embk. II in Bezug auf Embk. I bei „*Orbitocyclina*“ *minima* (H. DOUV.) als eine spirale zu deuten ist. Diese Ergebnisse weisen *alle* darauf hin, dass den Miogypsiniden entsprechend, die megasphären primitivsten Lepidocyclinen bzw. ihre Vorläufer eine Anfangsspirale besitzen, deren Kammern Septen besitzen, denen ein proximaler Stolo fehlt, während die Anzahl dieser Kammern durch ein jeweils früheres Entstehen genanntes Stolo abnimmt! Bezüglich der Aufrollungsweise im Vertikalschnitt gab es aber keine einzige Andeutung; jetzt wissen wir,

dass es sich um einen Ahnenrest handelt, der sehr bald akzeleriert wird!

Diese Darlegungen erhärten die obenerwähnten von *Amphistegina* sich entwickelnden Stammreihen. Sie sind weniger hypothetisch, als sie wohl erscheinen.

Fassen wir jetzt zusammen, was die vergleichend morphologische Betrachtung der Grossforaminiferen ergeben hat. Vertreter wesentlich verschiedener Baupläne können sich in ähnlicher Weise abwandeln, ohne dass umweltsbezogene Veränderungen vorliegen. Ich nenne z.B. 1. die Verkürzung der nep. Apparate¹⁾ bei den *Lepidocycliniden*, *Miogypsiniden*, *Cycloclypeen*, *Milioliden* (*Quinqueloculina* → *Triloculina* → *Pyrgo*); 2. die Entstehung eines proximalen Stolo in Kammern, die ursprünglich nur eine einzige basalliegende Mundöffnung besitzen (*Amphistegina*, *Rotalia*, *Operculina*); 3. die Verlängerung der Aeqkk. im radialen Sinne und das verwickelt werden der Stolonensysteme (bei *Lepidocyclina* und *Miogypsina*); 4. die Entstehung von Latkk. (bei *Eulinderina*, *Miogypsinoidea*, *Heterostegina*); 5. die Umbildung eines ursprünglich spiralen zu einem konzentrischen Wuchs (*Rotalia* → *Miolepidocyclina*; *Amphistegina* → *Eulinderina* bzw. *Helicocyclina*; *Operculina* → *Cycloclypeus*; vgl. auch *Archaias* → *Sorites*); 6. die Entstehung kleiner Aeqkk. bzw. Gliederung der ursprünglich einfachen Primärkammern (*Amphistegina* → *Helicosteginoides* bzw. *Eulinderina*; *Operculina* → *Heterostegina*; vgl. auch bei den *Soritidae*). In diesen Parallelismen erkennt man die Wirkung autonomer Evolutionsgesetze! Hiermit ist aber nicht gesagt, dass es ebensoviele Gesetze als Parallelismen gibt. Sie können wahrscheinlich auf einige wenige zurückgeführt werden, denn verschiedene dieser stehen miteinander in Wechselbeziehung z.B. 1 mit 2, während 3, 4, 5 und 6 letzten Endes wahrscheinlich auf das Gesetz der phylogenetischen Grössenzunahme, im Zusammenhang mit Erfordernissen der Physiologie und der Festigkeit, bezogen werden können (die Erörterung der Latk.-Bildung mit der phylogenetischen Grössenzunahme und den Ansprüchen der Physiologie als Ausgangspunkte, sowie ihre Entstehung als Heterostufe und zwar in lamarckistischem, wenn auch *innenweltbezogenem* Sinne, sind a.a.O. zu geben).

Genannte dynamische Gesetze bedingen die autonomen Orthogenesen, die ihr eigenes Umbildungstempo (vgl. die Abwandlung der nep. Apparate und die der Aeqkk. bei den *Lepidocycliniden*!) und in verschiedenen Kombinationen beobachtet werden können (vgl. die stammverwandten Parallelreihen, wie *Miogypsina* und *Miolepidocyclina*). Die Orthogenesen sind somit weitgehend selbständig und prägen sich in Hinblick auf ihre Eigengesetzlichkeit, unabhängig von der Umwelt. Diese *Tatsachen stellen das Gegenstück dar der weitgehenden Selbständigkeit und Unabhängig-*

¹⁾ Es sei bemerkt, dass man zur Unterscheidung der verschiedenen Stufen im nep. Apparat dieselben Vorsilben: *ana-*, *meta-* und *para-* benutzen kann, wie bei den *Cycloclypeen* (TAN 1932, S. 16).

keit von der Aussenwelt, sowie das der Möglichkeit eines Austausches (z.B. bei Kreuzungen) der Gene in der Genetik! Entsprechenderweise erscheinen, so weit bestimmbar, die aufeinanderfolgenden Stufen einer Morphogenese bzw. Stammreihe sprunghaft. Dies trifft z.B. für alle hier besprochenen Lepidocycliniden zu.

Es ist schliesslich noch auf die Tatsache hinzuweisen, dass aus analogen, nicht aber verwandten Grundtypen, unter Einfluss derselben Evolutionsgesetze, analoge Gestalten bzw. Bildungen ergeben können. Es sind dies die „Konsequenzen“ im Gegensatz zu Konvergenzen, welch' letztere anpassungsmässig geprägt werden. Beispiele solcher konsequenten Bildungen sind der *borneensis*-, *ecuadorensis*-, *indonesiensis*-Apparat bei den Miogypsiniden in Bezug auf die reduzierten *Eulinderina*, orbitocyclinen und polylepidinen nep. Typen bei den Lepidocyclinen, ferner das Stolonen-system mit konzentrischen Stolonen und die spatelförmigen Aeqkk. bei den Miogypsinen und den Lepidocyclinen, usw. Konsequente Gestalten sind die Miolepidocyclinen des *mexicana* NUTT.-Typus im Hinblick auf Lepidocyclinen mit polylepidinen bzw. isolepidinen Apparaten. Ferner ist folgerichtig zu erwarten, dass sich bei der weiteren nep. Verkürzung der Helicocyclinen Formen ergeben werden, die den echten Lepidocyclinen sehr ähnlich sind. Hinweise gibt die mikrosphäre *Lep. peruviana* (CUSHM.), zeigt diese Form doch ein *Helicolepidina*-meta-nep. Zentrum (vgl. TODD und BARKER, S. 540, Fig. 5, 6)!

Bandoeng, 15. August 1936.

SCHRIFTTUM.

- BARKER, R. W. (1932). Eocene Foram. Santa Elena, Ecuador. Geol. Mag. **69**, S. 302 ff.
 BARKER, R. W., und GRIMSDALE, T. F. (1936). Contr. Phylogeny Orbitoidal Foram. etc. Jo. Paleont. **10**, S. 231 ff.
 CARPENTER, W. B. (1862). Introduction to the Study of the Foram.
 TAN SIN HOK, (1932). Mon. *Cycloclypeus* CARP. Wetensch. Meded. **19**, Dienst v. d. Mijnbouw.
 ————— (1934). Mikrosph. Lepidocyclinen Ngampel. Ing. Ned. Indië, **1**, IV. S. 203 ff.
 ————— (1935). Peri-embryonale Aequatorialkammern bei einigen Orbitoididen. Ibid. **2**, IV. S. 113 ff.
 ————— (1936a). *Lepidocyclina zeijlmansi* nov. sp. nebst Bemerkungen Einteilungsweisen der Lepidocyclinen. Ibid. **3**, IV. S. 7 ff.
 ————— (1936b). Z. Kenntnis d. *Miogypsinidae*. Ibid. **3**, IV. S. 45 ff.; S. 84 ff.; S. 109 ff.
 TOBLER, A. (1922). *Helicolepidina* usw. Ecl. Geol. Helvetiae **17**, S. 380 ff.
 TODD, J. U., und BARKER, R. W. Orbitoids NW. Peru Geol. Mag. **69**, S. 529 ff.
 VAUGHAN, T. W. (1929). Species of *Orbitocyclina* Upp. Cret. Mexico und Louisiana. Jo. Paleont. **3**, S. 170 ff.
 ————— (1936). *Helicolepidina nortoni* nov. Ibid. **10**, S. 248 ff.

Paläontology. — *Erste Mitteilung über einen fossilen Hominiden aus dem Altpleistocän Ostjawas.* Von G. H. R. VON KOENIGSWALD (Bandoeng). (Communicated by Prof. L. RUTTEN).

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

Die Fundstellen fossiler Vertebraten im Gebiete W. von Soerabaja sind erst in den letzten Jahren bekannt geworden. RUTTEN berichtet, dass er ein Zahnfragment von *Stegodon* in dieser Gegend gefunden habe (1927, p. 111). COSIJN bespricht 1931/32 Funde, die er N. von Modjokerto machen konnte und beschäftigt sich mit der Geologie der Fundplätze. UMBGROVE, der in dem nach Holland gesandten Material Trinilformen zu erkennen meint, äussert den Wunsch, dass an diesen Fundstellen doch einmal ein *Pithecanthropus* zum Vorschein kommen möge. Dieser Wunsch schien unerfüllbar, denn eine Durchsicht des von diesen Fundorten stammenden Materials ergab bald, dass hier eine andere Faunengesellschaft als in Trinil vorlag. Weiteres Material von anderen Fundstellen führte dann zur Aufstellung der vom Verf. so genannten Djetis-Fauna. Sie enthält als typische Arten u.m.: *Epimachairodus zwierzyckii* v. K., *Hyaena sinensis* OWEN, *Tapirus* cf. *pandanicus* DUB., *Nestoritherium sivalense* FALC., *Hippopotamus antiquus* v. K., *Cervus* (*Rusa*) *problematicus* v. K., *Cervus* (*Rusa*) cf. *zwaani* v. K., *Antilope modjokertensis* v. K., *Leptobos cosijni* v. K. Proboscidier sind durch ein häufiges primitives *Stegodon* und einen sehr seltenen primitiven Elefanten, *El.* cf. *platycephalus* OSB. vertreten. Zur Altersbestimmung sind besonders wichtig *Epimachairodus*, *Nestoritherium* und *Leptobos*, da diese im jüngsten Pliocän wie im ältesten Pleistocän vorkommen. Beim Fehlen rein pliocäner und dem Vorkommen zahlreicher jüngerer Formen muss die Djetis-Fauna als altpleistocän angesehen werden. Das jüngste Pliocän wird auf Java durch die Kali Glagah Fauna mit *Mastodon* gebildet. In der Trinil-Fauna sind die eben genannten Arten nicht vorhanden. Hier finden wir u.a.: *Cryptomastodon martini* v. K., *Elephas* ex. aff. *namadicus* FALC., *Hippopotamus namadicus* FALC., *Cervus* (*Axis*) *lydekkeri* MART., *Cervus* (*Rusa*) *hippelaphus* CUV., *Duboisia kroesenii* STREMMER. Ferner *Stegodon*, Banteng, Karbouw usw. Das spezialisierte *Stegodon* und der spezialisierte Elefant sprechen für ein (höchstens) mittelpleistocänes Alter (OSBORN, DIETRICH). Die paläontologischen Ergebnisse kommen mit den geologischen gut überein: an zahlreichen Fundstellen in M. und O. Java ist die Trinil-Fauna über der Djetis-Fauna gefunden worden. Es kann also keine Rede davon sein, dass es sich hier lediglich um einen Faziesunterschied handelt.

Auch bei Modjokerto. Die neue Aufnahme dieses Gebietes von ir. J. DUIJFJES vom „Dienst van den Mijnbouw“ ergab, dass in unserem Gebiete der Kern der Kedoengwaroe-Anticlinale von den von ihm so benannten Poetjangan-Schichten gebildet wird. Diese sind in ihrem unteren Teil noch rein marin, doch im oberen Teil schalten sich Bänke mit einer reichen Djetis-Fauna ein. Darüber folgen in S. und N. die mehr vulkanischen Kaboeih-Schichten, die Trinil-Vertebraten enthalten. Diese Fauna ist nicht reich, aber typisch. Dies erklärt, warum in dem von Inländern ohne Anleitung gesammelten Material von Djetis immer wieder *Axis lydekkeri*, ein Trinil-Leitfossil, zum Vorschein kam (v. KOENIGSWALD, 1934, p. 191), während diese Form in der durch Grabung gewonnenen, besonders an Hirschen reichen Djetis-Fauna von Goenoeng Boetak gänzlich fehlte.

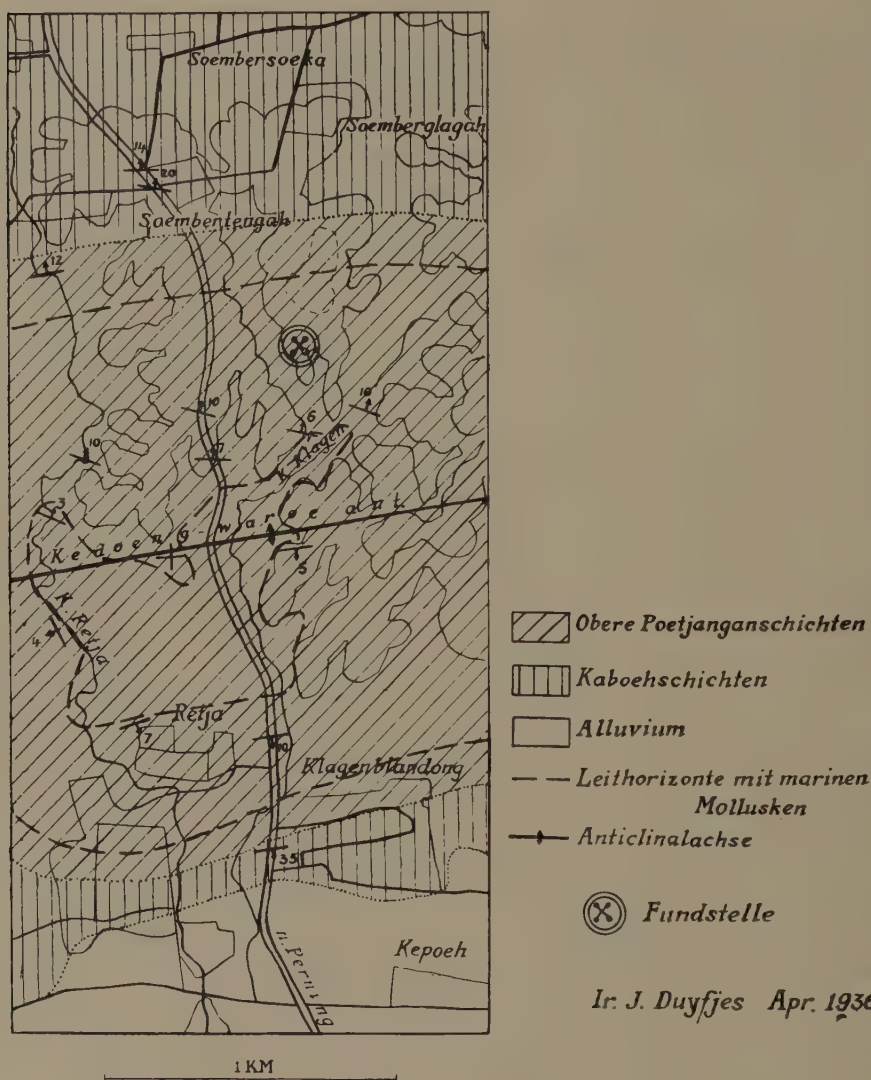
Zur Vervollständigung der geologischen Aufnahme von Modjokerto wurde ein inländischer Mantri beauftragt, in diesem Gebiete systematisch nach Vertebratenreste zu suchen. Unter seinem Materiale befindet sich auch ein Schädel eines Hominiden. Das, im Februar 1936 gefundene Stück ist echt fossil. Da die geologische Karte dieses Gebietes fertig ist — sie wird bald im Druck erscheinen — ist es möglich, die Lage der Fundstelle im Profil zu ermitteln. Sie liegt im N.-Flügel der Kedoengwaroe-Anticlinale im obersten Teile der Poetjangan Sch., etwa $\frac{1}{2}$ km SE des kleinen Dorfes Soembertengah. Auf der geol. Karte wird sie auf Bl. 116 (Sidoardjo) ganz im NW zu finden sein. Die hier beigelegte Karte der Fundstelle verdanke ich meinem Kollegen DUIJFJES.

Mit aller Sicherheit ist zu sagen, dass der Schädel aus Schichten mit Djetis-Fauna stammt, und ihm somit ein altpleistocänes Alter zukommt. Da er, als ältester Menschenrest von Java besonderes Interesse beanspruchen darf, sei in dieser vorläufigen Mitteilung bereits auf die wichtigsten Tatsachen hingewiesen. Eine ausführlichere Beschreibung soll später folgen.

Der Schädel ist nicht, wie wir aus der ersten schriftlichen Angabe des Sammlers schliessen mussten, ein Oberflächenfund, sondern von ihm ganz zufällig bei einer kleinen Grabung in 1 m Tiefe angetroffen worden. Es ist dies ein grosser Zufall, da die Schichten nicht reich an Fossilien sind. Der Schädel war in einem grünlichen, leicht konglomeratischen tuffösen Sandstein eingebettet. Erhalten ist in der Hauptsache das Schädeldach, vorn mit dem Oberrand der linken Orbita. Leider fehlt der Unterrand des Occipitale mit dem Foramen magnum. Vom Knochenbeleg der Seitenwände ist nicht viel übrig, doch lässt der Steinkern die allgemeinen Formen gut erkennen, wo der Knochen fehlt. Die linke Ohrregion ist besser, die rechte schlechter erhalten.

Die Schädelkalotte ist beschädigt und verdrückt. Rechts hinten ist der Schädel zerbrochen, die Stücke sind uns in der Tiefe erhalten geblieben. Wahrscheinlich ist der dünne Schädel auch beim Eintrocknen geschrumpft. Nur wenige Masse lassen sich geben. Auf der Stirne fehlt

ein Knochenstück, so dass die Glabella konstruiert werden muss; der Oberrand des Frontale ist gesplittert, so dass auch der Bregmapunkt nicht



genau feststeht; hinten klaffen die Frontalia, so dass der Lambdapunkt geschätzt werden muss. Dies ergibt einige Unsicherheit; die Fehlergrenzen sind aber klein.

Mit nur 138 mm Länge ist unser Schädel sehr klein. Dass der Schädel von einem Kinde stammt, darf aus der allgemeinen Form (Tuber parietale noch leicht betont), aus den bereits verwachsenen Fonticuli und der Dünnwandigkeit der Knochen geschlossen werden. Da der grosse Fonticulus frontalis des Menschen meist in der 2. Hälfte des 2. Lebensjahres zuwächst, so wäre, gleiche Umstände vorausgesetzt, etwa 2 Jahre als Mindestalter

anzunehmen. Die Nähte sind so stark verwachsen, dass die verschiedenen Knochen ihren natürlichen Verband bewahrt haben. Auf dem Stirnpunkt ist der Knochen beschädigt, aber nicht ganz ausgebrochen; eine stärkere Verwachsung ist hier deutlich. Das Parietale ist bis ca. 3 mm dick, das Occipitale noch keinen mm. Es sei hier bemerkt dass alle bisher bekannten Schädel fossiler (erwachsener) Hominiden sich durch grosse Dicke auszeichnen (z.B. Piltdown bis 12 mm dick; *Sinanthropus* und *Pithecanthropus*). Kindlich ist an unserem Schädel die weit vorne gelegene Kiefergelenkung. Dagegen fällt auf, dass diese viel stärker modelliert und mehr verknöchert ist, als ich es bei rezenten Kinderschädeln beobachten konnte; auch ist das Tympanicum gut verknöchert und ohne Ossificationslücke. Da das Gebiss fehlt, kann das Alter nicht geschätzt werden.

Die grösste messbare Schädelbreite ist 110 mm, doch fehlt auf einer Seite der Knochen. Ergänzt mag sie ca. 115 mm gewesen sein, was einem Längenbreitenindex von 83,4 entspricht. Der Schädel ist somit brachycephal. Der obere Rand der Orbita, die auffallend tief ist, — linke Orbita ca. 55 mm! — verläuft gerade. Der frontale Neigungswinkel der Orbitaleingangsebene ist sehr gross. Ueber die ?bedeutende Nasenbreite lassen sich keine genauen Angaben machen. Die Kalottenhöhe ist 62 mm; mehr als bei den rezenten Anthropomorphen.

Die Oberfläche des Frontale bietet keine besonderen Vorwölbungen. Zwischen den Augen fehlt ein Stück Knochen mit der Glabella. Der direct messbare Teil des Frontalbogens beträgt 73 mm; bis zum Nasion mögen noch ca. 10 mm fehlen, welcher Betrag eher zu gross als zu klein genommen ist. Der Bogen n—b kann auf 83 mm geschätzt werden. Die Sutura coronalis beginnt wie beim recenten Menschen mit einer einfachen Naht (pars bregmatica) die in eine ausgezackte (pars complicata) übergeht.

Der Glabello-Bregmawinkel ist etwa 60° , eben soviel wie beim erwachsenen Australier. Man muss aber bedenken, dass er bei Kindern bis 72° ansteigen kann, so dass die Stirne unseres Schädels für einen Kinderschädel bereits als fliehend bezeichnet werden darf. Das gleiche ergibt der Stirnwölbungswinkel, der 144° beträgt, gegen 122° — 126° bei europäischen Kindern. Trotzdem von Tori supraorbitales keine Andeutung zu sehen ist, fällt deutlich die Anlage einer ausgeprägten postorbitalen Einschnürung auf.

Die Länge des Parietale darf auf mindestens 95 mm geschätzt werden. Durch Druck auf den Hinterkopf sind die Parietalia etwas gespalten und das Occipitale scheint sich spitz dazwischenzuschieben. Bei 83 mm Länge des Frontale und 95 mm des Parietale beträgt der sagittale Frontoparietalindex 114,4. Parietale ist also grösser als Frontale. Dies ist (SCHWALBE, MARTIN) eine typisch anthropine Bildung. Es darf dies an sich schon als ein Beweis angesehen werden, dass unser Schädelchen nur einem Hominiden angehören kann. Bei den Primaten erreicht der Fronto-

parietalindex nur als ganz grosse Ausnahme 100 und „liegt tief unter den menschlichen Rassenmitteln“ (MARTIN, p. 764). Er geht von 16,4 (*Hylobates agilis* — eigene Messung: Frontale 85 mm, Parietale 14 mm —) bis 91,3 (*Hapale*). Als Ausnahme erreicht der junge Schimpanse 105 (Mittel 86) und der junge Orang sogar 119 (Mittel 92; nach OPPENHEIM). Beim Menschen ist das Maximum nach SCHWALBE 119,1 nach MARTIN 124,5 (bei Melanesiern).

Der Unterrand der Parietalia ist auf beiden Seiten versplittert. Das Occipitale ist hinten gerundet, aber mit deutlicher Anlage einer Abknickung. Die Linea nuchae superior ist schwach entwickelt; die Protuberantia externa ist deutlich, aber nicht stark. Das Planum hat unregelmässige flache Vertiefungen, paarig angelegt, zur Festheftung einer bereits stärker entwickelten Muskulatur.

Vom linken Temporale ist ein grösserer, vom rechten ein kleinerer Teil erhalten. Vom Processus zygomaticus ist ein Rest erhalten, ca. 5 mm dick. Das Tub. articulare ist stark ausgeprägt; die Fossa mandibularis entsprechend tief. Am Hinterrand stösst sie mit einer durchlaufenden Fissura glaseri an das Tympanicum, ohne dass sich — wie bei Primaten; beim Menschen selten und dann nur schwach entwickelt — ein Processus postglenoidalis dazwischenschiebt. Der Gehörgang steht etwa senkrecht auf der Schädellachse, eher etwas nach vorne gerichtet und ist stark verdickt. Die äussere Begrenzung der Gehöröffnung ist eigenartig indem der untere Rand nicht gerade verläuft, sondern bei geraden, unter etwa einem rechten Winkel zusammenstossenden Rändern ein wenig zurücktritt. Hinter dem Tympanicum fehlt der Knochen, doch lässt der Steinkern den Ausguss eines wohlentwickelten Mastoids erkennen. So weit es sich bei dem zersplitterten Knochen feststellen lässt, grenzt das Temporale vorn an das Frontale.

Zusammenfassend dürfen wir sagen, dass die typische Ausbildung des Kiefergelenkes — das Fehlen eines Tuberculum articulare ist nach LUBOSCH pithecoïd — und der hohe Frontoparietalindex sowie weitere oben angeführte Eigenheiten eindeutig auf einen Hominiden weisen.

Vom rezenten Menschen ist der Schädel unterschieden durch: absolute Kleinheit bei vollständig verwachsenen Fontanellen, fehlen einer „Kindersirne“ (überhaupt das im Verhältnis zur grössten Länge geringe Gehirnvolumen), und deutliche Anlage einer postorbitalen Einschnürung, wie einer Abknickung des Occipitale. Ich sehe nicht den geringsten Grund, den Schädel für pathologisch zu halten.

Die Bestimmung dieses Kinderschädels bietet — vor allem auch, da das Alter nicht bekannt ist — besondere Schwierigkeiten. Der menschliche Schädel verändert sich noch während des Wachstumes in verschiedener Weise, bei fossilen Formen deutlich mehr und anders als bei rezenten. So ist ein Vergleich mit den Schädeln Erwachsener nur sehr beschränkt möglich und wir sind, da nur sehr wenige fossile Kinderschädel vorliegen, vor allem auf Analogien angewiesen.

Die Gruppe fossiler Hominiden, von der wir die meisten Reste besitzen, sind die Neanderthaler. Für uns sind die Fragmente von Kinderschädeln von Krapina wichtig. Krapina A (Frontal- und Parietalregion) misst von der Glabella bis zum hinteren Ende der Sagittalnaht 142 mm, Krapina B (Parietal- und Occipitalregion) ist weit voller und grösser als die entsprechende Partie bei unserm Schädel; dabei besitzen beide Fragmente noch offene Nähte! Es ist deutlich, dass unser Schädelchen für einen Neanderthaler zu klein ist. Erwähnt sei, dass Krapina A eine sehr ähnlich gewölbte Stirnpartie besitzt wie unser Schädelchen, dass aber sein Parietale viel gestreckter und flacher ist.

Mit *Homo sapiens* und *neanderthalensis* endigt bereits die Zahl der direct vergleichbaren Hominiden.

Vergleichen wir die Kinderschädel von Krapina mit denen erwachsener Neanderthaler, so dürfen wir sagen, dass unser Hominide in erwachsenem Zustande sicher eine ausgeprägte postorbitale Einschnürung, wie ein stärker abgeknicktes Occipitale besessen haben muss, dabei, entsprechend der Kleinheit des Kinderschädels, auch ein kleines Gehirnvolumen. Diesen Anforderungen entspricht der ja ebenfalls von Java stammende *Pithecanthropus*, und es liegt nahe, ihn zu einem Vergleich heranzuziehen. Als Typus-Stück hat die Kalotte zu gelten, die nach BLACK, GIESELER, OSBORN, SCHWALBE, WEINERT u.a., wie durch ihre Ähnlichkeit mit *Sinanthropus*, zu einem Hominiden gehört. Ob das so rezent-menschliche Femur zur gleichen Art gehört, sei dahingestellt. Die beiden von DUBOIS zu *Pithecanthropus* gestellten Molaren werden von MILLER und neuerdings von WEIDENREICH (nach einem Vergleich mit *Sinanthropus*-Zähnen) einem Orangutan zugeschrieben. Diese Auffassung erhält dadurch eine Stütze, dass es Verf. vor Kurzem gelungen ist, *Simia fossil* auf Java nachzuweisen. Leider enthält die kleine Fauna wenig Leitfossilien; das Vorkommen von *Tapirus*, der bisher nur aus der Djetis-Fauna bekannt ist, würde darauf weisen, dass *Simia* zu dieser Fauna gehören dürfte. Die Molaren von Trinil dürfen jedenfalls nicht als Argument gebraucht werden, wenn es um die Discussion der Stellung des *Pithecanthropus* geht. Die Trinil-Fauna hat mittel-, unser Fund hingegen altpleistocänes Alter. Es lässt sich zeigen — Einzelheiten später in einer Arbeit von DUIJFES — dass in Trinil unter den Trinil-Schichten ein vulkanisches Konglomerat mit Djetis-Fauna vorhanden ist. Von der Kalotte lässt sich sagen, dass sie verwittert ist und dass ihre Erhaltung sich sehr von der des Femur unterscheidet. Ist es mit Sicherheit auszuschliessen, dass sie sich auf secundärer Lagerstätte befunden hat? Wie dem auch sei, in China hat sich der zur gleichen Gruppe gehörende *Sinanthropus* im Altpleistocän gefunden, so dass sich wegen des geologischen Alters bei einem Vergleich keine Schwierigkeiten ergeben. Trinil- und Djetis-Fauna sind verschieden, aber eine ganze Reihe von Arten sind ihnen gemein, und dies könnte auch mit dem *Pithecanthropus* der Fall sein. Hier sind die

Faunenunterschiede nicht so bedeutend wie in Europa, wo glaciale und interglaciale Faunen abwechseln.

Morphologisch haben die beiden Kalotten zunächst sehr wenig gemeinsam. Wirken die Schädel junger Anthropomorphen schon durch das Fehlen der erst mit zunehmendem Alter, sich entwickelnden Eigenheiten „menschähnlich“ um wieviel mehr ist dies bei dem Schädel eines Hominiden zu erwarten! Der Längenunterschied beider Schädel ist nur anscheinend so gross. Der kleine Schädel gehört einem Kinde mit dünnen, der grosse einem Erwachsenen mit sehr dicken Schädelwänden. In Prozenten der äusseren Schädelhöhe beträgt die innere bei *Pithecanthropus* 84 %, beim rezenten Mensch 92 %. Die innere Schädelhöhe der Kalotte von Trinil beträgt 155 mm rechts, 153 mm links (GIESELER, nach BLACK rechts 154 mm). Wenn wir für unseren Schädel 7 mm in Abzug bringen, welchen Betrag nach BEDDOE (nach MARTIN) von dünnwandigen Schädeln abzuziehen ist, was in unserem Falle sicher zu viel ist, da ein Kind nur äusserst schwache Sinus frontales besitzt, so erhalten wir bei unsern beiden Schädeln: Differenz der äusseren Schädelhöhen 45 mm, Differenz der inneren Schädelhöhen 22—24 mm. Dabei haben wir das Schädeldach von Trinil auf 183 mm ergänzt (nach WEINERT; messbar 180,5 mm). Diese innere Differenz ist gering und würde schon bei einem schwachen Wachstum des Schädelchens ausgeglichen sein.

Die Kalottenhöhe unseres Schädelchens (über der grössten Schädelhöhe) beträgt 62 mm, ebensoviel wie bei der Kalotte von Trinil. Dass der junge Schädel bereits die Kalottenhöhe des erwachsenen hat, ist auffallend, doch erklärlich. Bei *Homo sapiens* wächst der Schädel konzentrisch (MARTIN), da die Muskulatur das Wachstum des Schädels nicht beeinflusst. Schon beim Neanderthaler ist es anders. Ein Vergleich der Schädel La Quina juv. und adult zeigt, dass der Kinderschädel bereits die volle Kalottenhöhe des erwachsenen hat. Bei den Anthropomorphen nimmt die Kalottenhöhe sogar während des Wachstums ab. In beiden Fällen ist es das Inion, das beim Wachstum durch die immer stärker werdende Nackenmuskulatur nach oben geschoben wird, bei *neanderthalensis* scheinbar nur soviel, dass ein Höhenwachstum aufgehoben wird, bei den Anthropomorphen so stark, dass die Kalottenhöhe sich erniedrigt (OPPENHEIM, KROGMAN). Jedenfalls verhalten sich die beiden Schädel von La Quina zu einander ähnlich wie die *Pithecanthropus*-kalotte von Trinil zu der von Modjokerto.

Der Längenbreitenindex beträgt bei unserem Schädel etwa 83,3, bei der schlechten Erhaltung der Schädelseiten nicht genau anzugeben, gegen 71,8 bei dem Schädeldach von Trinil. Beim Menschen ist eine leichte Abnahme der Brachykephalie während des Wachstums zu beobachten und sie dürfte bei seinen fossilen Vertretern durch die Ausbildung eines Torus supraorbitalis und Veränderungen am Occipitale noch grösser gewesen sein. Beim Neanderthaler schwankt der Index zwischen 68,2 (La Quina) und 85,5 (Krapina). Eine Variation um 8—10 Einheiten ist nach

MARTIN auch „bei relativ reinen Rassen“ gewöhnlich (MARTIN, p. 783). Die Länge der Frontalia und Parietalia ist sowohl beim rezenten Menschen wie bei den Neanderthalern wie bei den Anthropomorphen sehr variabel, und ebenfalls der Frontoparietalindex. Dieser beträgt für das Schädeldach von Trinil (nach WERTH) 85,8, gegen 114,4 bei unserm Schädel. Die Neanderthaler variieren zwischen 82,7 (Neanderthal) und 104,3 (Spy I); Melanesier von 88,5—124,5! Orangutan differiert um 39, der Schimpanse sogar um 50 Einheiten. Die Verschiedenheit dieser Indices besagt also an sich noch nicht viel.

Wichtiger ist die starke Wölbung, durch die sich das Parietale unseres Schädels auszeichnet. Der Index (Sehne durch Bogen) ergibt 91,5. Bei *Pithecanthropus* ist (er BLACK) 96,12, bei den *Sinanthropus*-Schädeln etwa 94! Hier sind die Parietalia also viel flacher. Die Neanderthaler variieren (BLACK, p. 93) von 96,3 (La Quina) — schon KRAMBERGER bildet ein Parietale von Krapina ab, das noch flacher ist als das des *Pithecanthropus* — bis 89,7 (Le Moustier). Dieser Wert wird bereits vom rezenten Menschen erreicht, dessen Parietale im allgemeinen noch gewölbter ist. So sehen wir, dass dieser Wert nahe der untersten Grenze liegt, die der Neanderthaler erreicht, während dieser in seinen höchsten Werten den *Pithecanthropus* noch übertrifft.

Es ist die Frage, ob man dem *Pithecanthropus* eine ebenso grosse Variabilität zubilligen kann als dem Neanderthaler. Jedenfalls zeigt die oben mitgeteilte Variabilität, dass sehr wohl mit der Möglichkeit gerechnet werden darf, dass unser Schädelchen zur *Pithecanthropus*-Gruppe gehört, wenngleich es auch von der Kalotte von Trinil recht verschieden erscheint. Die Unterschiede sind aber immerhin doch so gross, dass eine Zugehörigkeit des Schädels von Soembertengah zum *Pithecanthropus* nur vermutet, aber beim geringfügigen Material vorläufig nicht bewiesen werden kann. Aus diesen Gründen scheint es besser, unserem Schädel einen besonderen Namen zu geben; ich schlage hierfür den Namen

Homo modjokertensis

vor. Den Namen *Homo* verdient er durch seine ausgesprochene und ins Auge fallende Menschenähnlichkeit, *modjokertensis* nach dem bekannten Ort Modjokerto, der in der Nähe der Fundstelle liegt.

Mit der vom Verfasser versuchten Zuweisung unseres Kinderschädels zum *Pithecanthropus* ist das Problem des altpleistocänen Menschen, auch des von Java, nicht erschöpft, und es ist in diesem Zusammenhang interessant, dass gerade aus dem Beginn des Pleistocän fossile Hominiden genannt werden, die dichter bei *sapiens* zu stehen scheinen — resp. sogar mit ihm identisch sein sollen — als der Neanderthaler. Wir haben zunächst den *Eoanthropus dawsoni* aus dem Altpleistocän von Piltdown in England zu nennen. „Bei vorsichtiger Beurteilung muss man zunächst feststellen, dass der Schädel des Piltdownmenschen viel höher spezialisiert erscheint als der eines Neanderthalers, wenn wir vom Unterkiefer absehen“ (ABEL,

p. 43). Mit einem Schädelinhalt von ca. 1300 cm³ übertrifft er selbst den modernen Australier (in der Regel 1250 cm³); seine Stirne ist bei weitem nicht so fliehend als die eines Neanderthalers. Im Altpleistocän Europas, Afrikas und Vorderindiens begegnet man einem immer wiederkehrenden und gleich gearbeiteten Steingeräte, dem Faustkeil oder Fäustel. Man unterscheidet einen mehr primitiven Typ des Chelléen von einem sehr formvollendeten des Acheulien. Diese uralte Kultur verrät eine gewisse Höhe der geistigen Entwicklung ihrer Träger. Nach Funden in Ost-Afrika hat LEAKEY einen frühen *Homo sapiens* als den Verfertiger der Faustkeilkultur angenommen, doch sind die vorliegenden Skelettreste zu dürftig und seine grossen Kanjera-Schädel Phantasieprodukte. Das ganze Problem ist auch für Java von Bedeutung, da auch hier kürzlich gelungen ist, ein sehr formenreiches Chelléen aufzufinden. Wenngleich die stratigraphische Stellung der Fundstelle noch nicht geklärt ist, so kann doch kein Zweifel darüber bestehen, dass das Chelléen in anderen Teilen der Welt sicher altpleistocän ist. Unsern *Pithecanthropus* können wir nicht als Verfertiger dieser Steinkultur ansprechen — was wir aus den ausserordentlich primitiven, mit dem ihm körperlich so nahe stehenden *Sinanthropus* zusammen gefundenen Steingeräten folgern dürfen — und es besteht also die begründete Möglichkeit, dass neben dem *Pithecanthropus* gleichzeitig noch ein höher spezialisierter Hominide auf Java gelebt hat. Dieser käme z.B. als Träger des so rezent-menschlich anmutenden Femurs von Trinil vielleicht in Frage.

Es ist sehr bedauerlich, dass das Schädelchen von Soembertengah nicht mehr Details erkennen lässt und ausserdem einem Individuum unbestimmbaren Alters zugehört. Es ist nur zu hoffen, dass in der weitverbreiteten Djetis-Fauna noch weitere Hominidenreste zum Vorschein kommen mögen.

Wir sind am Schlusse unserer Ausführungen. Der Verf. ist Dr. J. ZWIERZYCKI, dem Leiter der „Kaarteering“, zu grossem Dank verpflichtet, der ihm den wertvollen Fund zur Untersuchung anvertraut hat. Herrn Dr. H. W. LUBBERHUIZEN, Soerabaja, ist Verf. für das Überlassen eines Kinderschädels zu Vergleichszwecken, und ganz besonders Herrn Prof. W. A. MIJSBERG, Batavia, für Vergleichsmaterial und Literaturhinweise verpflichtet.

TAFEL.

Kalotte des *Homo modjokertensis* aus den Poetjangan Schichten von Soembertengah bei Modjokerto. Natürliche Grösse. — Orig. Aufn. mit einer Linse von 35 cm Brennweite aus ca 2 m Entfernung und dann vergrössert. — Original im geol. Museum, „Dienst van den Mijnbouw“, Bandoeng, Java.

LITERATUR.

- ABEL, O., Die Stellung d. Menschen im Rahmen der Wirbeltiere. Jena, 1931.
 BLACK, D., On an adolescent skull of *Sinanthropus pekinensis*. Palaeont. Sinica, Ser. D, Vol. VII, Fasc. II, 1931.
 BOULE, M., L'homme fossile. Paris, 1928.



- COSIJN, J., Voorl. Meded. o. h. voork. v. foss. beenderen i. h. heuvelland t. N. van Djetis en Perning. Verh. Geol. Mk. Gen. Nederl. e. Kol. IX (1931), p. 113—119.
- , Tweede meded. o. h. voork. v. foss. beenderen etc. ib., p. 135—148, 1932.
- DUBOIS, E., *Pithecanthropus erectus* aus Java. Batavia, 1894. (Auch: Jb. Mijnw. Ned.-Ind., 1895, Wetensch. Ged.).
- , Das geol. Alter d. Kendeng- oder Trinil-Fauna. T. K. Ned. Aardr. Gen. 25, 1908.
- , Over de voorn. onderscheidende eigensch. v. d. schedel en de hersenen, de onderkaak en het gebit van *Pithecanthropus erectus*. Diese Proc. 27, 1924.
- ES, L. J. C. VAN, The age of *Pithecanthropus*. Den Haag, 1931.
- GORJANOVIĆ, K. und KRAMBERGER, Der dil. Mensch v. Krapina in Kroatien. Std. Entw. Mechanik d. Primatenskelettes. II. Wiesbaden, 1906.
- KOENIGSWALD, G. H. R. VON, Beitr. z. Kenntn. d. foss. Wirbelt. Javas. I. Wet. Meded. Dienst v. d. Mijnb. N. I. no. 23, Batavia, 1933, p. 1—185.
- , Zur Stratigr. d. javan. Pleistoc. De Ing. i. N. I. 1934, p. 185—201.
- , Bemerk. z. foss. Säuget. fauna Javas. ib. 1935, p. 67—70.
- , Die foss. Säuget. faunen Javas. Diese Proc. 38, 1935, p. 188—198.
- , Der gegenw. Stand d. *Pithecanthropus*-Probl. Handel. 7de N. I. Natw. Congr. Batavia, 1935, p. 724—732.
- , Ueber altpalaeol. Artefakte v. Java. T. K. Ned. Aardr. Gen. 53, 1936, p. 41—44.
- KROGMAN, W. M., Studies in growth changes in the skull..... of Anthropoids. Amer. Anatomy, 47, 1931.
- LUBOSCH, W., Ub. Variat. a. Tub. articulare d. Kiefergelenkes. Morph. Jb. 1906, p. 323.
- MARTIN, H., Un crâne d'enfant... du gisem. de La Quina, L'Anthropol. 1921, p. 331—334.
- MARTIN, R., Lehrb. d. Anthropologie. Jena, 1928.
- MILLER, G. S., Bull. Amer. Mus. 1923.
- OPPENHEIM, ST., Zur Typol. d. Primatencraniums. Z. Morph. u. Anthr. 14, 1912, p. 1—203.
- RUTTEN, L. M. R., Voordr. o. d. geol. v. Ned. Indië, 1927.
- SCHWALBE, G., Stud. üb. *Pithecanthropus erectus*. Z. Morph. u. Anthr. 1899.
- SELENKA, L., Menschenaffen. Wiesbaden 1898/99.
- WEIDENREICH, F., Entw. u. Rassent. d. *Homo primigenius*. Nat. u. Mus. 1928, p. 1—13, 51—62.
- , *Sinanthropus pekinensis* u. s. Bedeut. f. d. Abst. d. Menschen. Die Naturw. 19, 1931, p. 817—825.
- , Ueb. pithecoide Merkm. b. *Sinanthropus pekinensis* u. seine stammesgesch. Beurteilung. Z. Anat. u. Entw. Gesch. 99, 1932, p. 212—253.
- , The *Sinanthropus* population of Choukoutien. B. Geol. Soc. China. 14, 1935, p. 423—461.
- WEINERT, H., Die foss. Menschenreste. In: F. WIEGERS, Dil. Vorgesch. d. Menschen. Stuttgart, 1928.
- WERTH, E., Der fossile Mensch. Berlin, 1928.

Palæontologie. — *Rudistids from Southern Santa Clara, Cuba.* By
A. THIADENS. (Communicated by Prof. L. RUTTEN).

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

The material here described has been collected in 1933 by the Utrecht geological survey-party and by Dr. TSCHOPP of the "Bataafsche Petr. Mij.". Fig. 1 shows the localities. All the specimens are in the Geol. Inst. of the Utrecht University. The Rudistids belong to the Maastrichtian, all but one — *Radiolites macroplicatus* — being associated with maastrichtian Foraminifera. Generally one locality yielded only one or two species; H 627, however, yielded: *Barrettia sparcilirata*, *Bournonia* n.s., *Bournonia* sp., *Titanosarcolithes giganteus* and Caprinid fragments; L 549: *Parastroma sanchezi*, *Bournonia thiadensi* and *Tampsia ruttenti*.

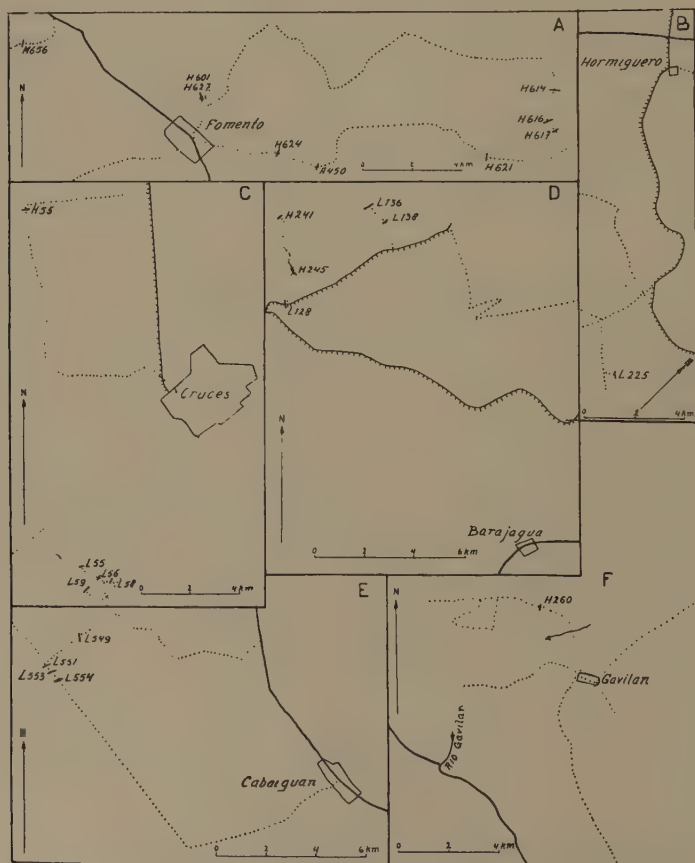


Fig. 1.

Caprinid fragments. Textf. 3 (13, 14).

There are several fragments of *Caprinids* of which no sure generic determination can be made. At H 617 we found a *Coralliochama*-like fragment. Nothing can be seen of ligament or dental apparatus. Inside of a 3 mm broad marginal layer with pyriform canals in a single row follows an, at least 40 mm thick layer with very regular, small, polygonal and roundish canals (diameter: 0.6—0.75 mm). The canals are tabulate, the tabulae 1—1.5 mm apart. Associated with *Bournonia* and *Orbitoides*.

At H 616 we found the remarkable form fig. 3, 13, drawn after a photo of a thin section. Inside of a marginal single or double row of pyriform canals follows a row of flat, oval canals, and then a row of roundish, oval canals. Associated with the maastrichtian *Camerina vermunti* (in litt.).

H 627 yielded, together with *Lepidorbitoides* the form figured on fig. 3, 14 which possibly is a fragment of *Antillocaprina*.

Barrettia sparcilirata WHITE. Pl. f. 2; textf. 2 — (KÜHN, Foss. Catal. pars 36. 1932, with previous literature; — BOISSEVAIN and MAC GILLAVRY, these Proc. XXXV, 1932, p. 1303—1308, fig. 1—3).

12 specimens; the small and flat ones being young. For measurements see the table. All important features show a rather strong variability.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Diameter in cm.	6.75	9.1	6.8	8.1	11	7.1	15	8.2	11.5	9.6	7.2	7.6
Height in cm.	4.2	6.0	4.5	7	7.3	6.15	16	3.5	14	3.8	4.5	9.6
Number of infoldings	2x14')	34	26	29	36	26	35	33	34	2x20''')	18	15
Ligamental crest r(right), b(curved).	r	b	?	b	b	b	r	b	b	b	b	?
Part of circumference between E and L.	1/2.4	1/2.6	1/3.6	1/3.4	1/4	1/4.5	1/4.5	1/5	1/4	1/4	1/3	1/4
Ratio LS to SE	LS<SE	LS<SE	LS=SE	LS<SE	LS<SE	LS<SE	LS<SE	LS<SE	LS<SE	LS<SE	LS?SE	LS?SE
Dental inclination in degrees	75	80	?	70	77.5	?	60	60	40	60	?	?
Angle AII-PIV/PIV-mp.	150	140	?	125	71.35	?	155	130	150	130	?	?
Position mp a, b and c''')	a	a	?	b	a	a	b	b	a	a	?	?
Distance between tabulae in mm.	2	3-3.5	5	2-4	2.5-5	3	5	3.5-5.5	4	4-5	24	3-5
')) 1/2 circumference has 14 infoldings ''') 1/2 circumference has 20 infoldings ''') a: on the side of S b: centrad from S c: between a and b												

We regard the specimens a and b of the table as most typical: L and E wide apart, great dental inclination and great angle between the lines AII—PIV and PIV—mp. j and i differ from the preceding ones by having the distance L—S (along the circumference) much longer than S—E (indicated on the table: <<). l and k are aberrant by having only 18 and 15 infoldings. In spite of these differences we reckon all to the same species: the infoldings are vermiculate and the dental inclination 60° or more (exc. i). The number of infoldings is rather large. We counted them on the outer surface and not in the sections, where the smallest are not visible. Some rests of the upper valves show nothing remarkable. Near the

S the inner shell-layer often forms a marked protuberance into the body cavity (d, e, h, i, j). The surface is marvellously preserved with fine longitudinal ribs (Pl. f. 2), measuring from ridge to ridge 0.75 mm. Tabulae 2—5 mm apart.

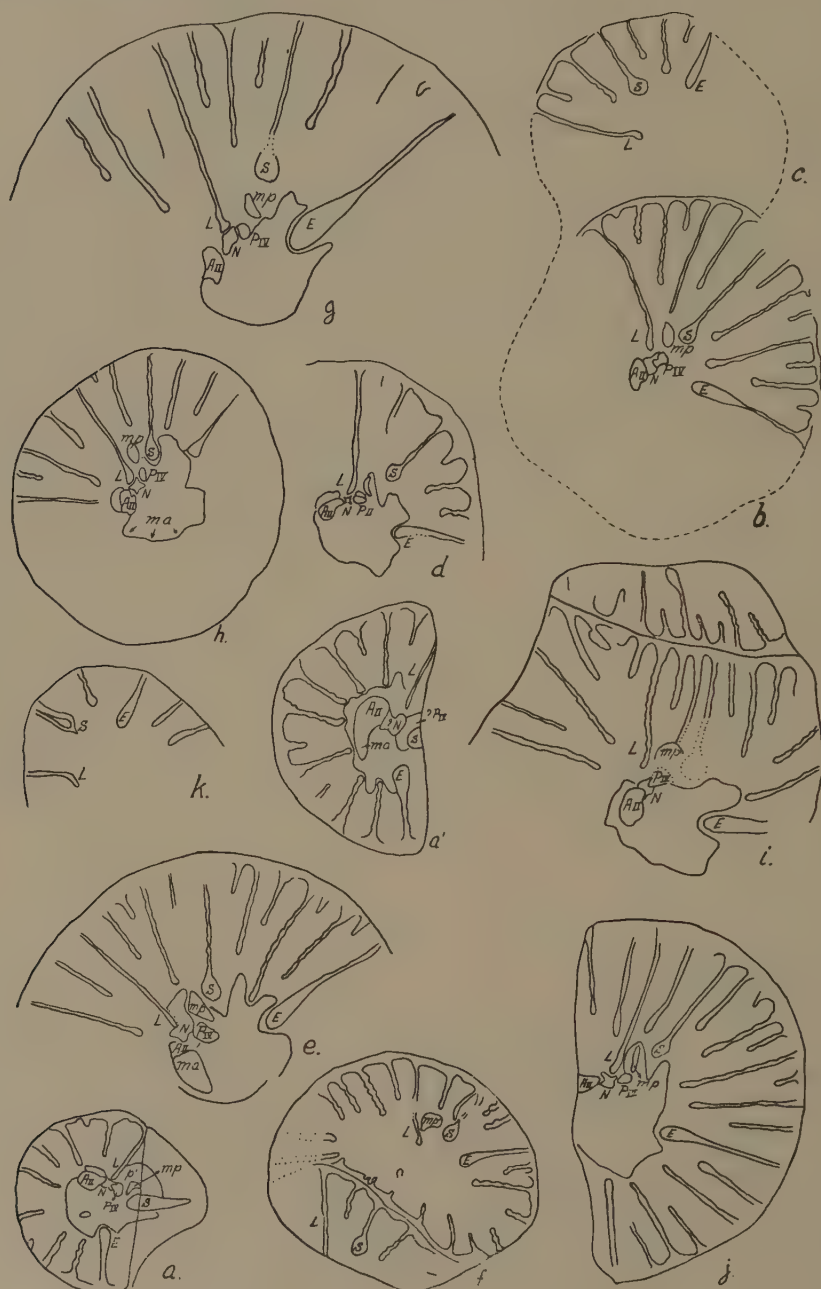


Fig. 2. *Barretia sparcilirata* WHITF. Drawings from sections. L: ligament, S, E: siphonal pillars, N: tooth of lower valve, AIL, PIV: teeth of upper valve, ma, mp: anterior and posterior myophore.

With BOISSEVAIN and MAC GILLAVRY I think it unjustified to create a new genus for *B. sparcilirata*, as TRECHMANN (11) and PALMER (8) have done. *B. sparcilirata* is related to the other species of *Barrettia* by transitional forms. PALMER (8) describes *Praebarr. porosa* with a fine "estructura porosa" (tabulae 1—2 mm apart) and *Praebarr. sparcilirata* var. *cubensis* (tabulae 5—12 mm apart). If the space between the tabulae is a specific feature, our specimens, having spaces from 2—5 mm, belong to *B. sparcilirata* as described and photographed by WHITFIELD, which has 4 mm tabular space (13, pl. XXXVI).

Localities: L 128 with *Lepidorbitoides* and *Orbitoides palmeri*; H 627 with *Lepidorbitoides* and *Vaughanina cubensis*.

Parastroma sanchezi H. DOUV. Pl. f. 1 — (H. DOUVILLÉ, Bull. Soc. Géol. Fr. 4, XXVI, 1926, p. 133—134, pl. VIII, f. 1—4; — MAC GILLAVRY, these Proc. XXXVIII, 1935, p. 559, 560; — *Orbignya sanchezi*: PALMER, Rev. Agr. Habana, 14, 1933, p. 97, pl. I, f. 2; pl. II, f. 1; pl. III, f. 2).

9 specimens: 8 fragments of lower valves and 1 almost complete specimen. They show the shell structure as photographed by DOUVILLÉ. Sections in tangential and radial direction show innumerable, small, sharp folds of the tabulae, mostly arranged above one another in the different tabulae. The little folds in the tabulae appear therefore to be dome-like. On horizontal section small circles, marking the section of these dome-like folds are arranged on irregular lines (pl. f. 1). In my opinion these small circles have induced DOUVILLÉ and PALMER to describe the existence of resp. "columns" and "tubos verticales capilares". Apart from the dome-like mikro-folding the tabulae show large, gentle, radial folds, measuring from upfold to upfold about 8 mm, each large fold containing about 12 mikro-folds. There are 76 of these undulations. Five large specimens measure: diameter near the top 26, 39, 37, 39, 35 cm; and height resp. 19, 18, 31, 37 and 27 cm. The diameter of the body-cavity of the last mentioned specimen is 8 cm; distance from E to S along the circumference 20 cm, being $\frac{1}{5}$ of the whole circumference. Dental apparatus not well discernible in our section. Upper valve almost entirely eroded, only the lower part of it preserved in the centre and showing equally 76 undulations.

Localities: L 554, L 553, L 550 and L 549, in the last one with *Pseudorbitoides* and *Camerina vermunti*.

Radiolites macroplicatus WHITF. Pl. f. 4, 5; textf. 3 (4, 5). — (WHITFIELD, Bull. Am. Mus. N. H. ix. 1897, p. 190, 191, pl. XII, f. 2; pl. XIII, f. 8; pl. XIV, f. 2).

17 specimens, 14 collected by Dr. TSCHOPP at T 1384 (12 km S 30 W from S. Spiritus), 2 at T 1526 (San Diego de los Baños, prov. Pinar del Rio) and 1 by us at H 802 (same locality as T 1526). Almost all specimens, eroded, only sometimes showing their surface.

This species belongs to *Radiolites*, having: 1. a well established, deep,

ligamental infolding, 2. no proper bands in the siphonal zone, 3. strong, wide folds in the funnel plates of the lower valve throughout, 4. on hor. section a reticulate structure with radial orientation, as known from several *Radiolites*, easily discernible from the strongly reticulate structure of *Sauvagesia* and *Durania*. My material agrees well with the incomplete description and figures of WHITFIELD [exc. pl. XII, f. 3, which probably is another species; TRECHMANN (11, p. 405) wrongly thought pl. XIII, f. 8 to be a young *Coralliochama*]. Cuban specimens mostly solitary, upright, of small to medium size, long, cylindrical, in the youth conical, sometimes slightly curved, nearly circular in cross section. Only one specimen is broader than high: 65×40 mm. The other ones range from 40×60 to 90×160 mm. Shell of medium thickness, max. 18 mm. Body-cavity subcircular, diam. up to 70 mm. In one specimen some traces of lamellar cortex. Outer shell layer with funnel plates and prisma cell-walls. Corresponding to the down-folds in the funnel plates there are rather acute ribs, 15—18 in number. The prisma cells mostly wider than high, sometimes reverse, always convex on the lower side. Funnel plates more or less crowded, there being in 3 mm 4—15. They form an angle with the axis of the animal in the downfolds of 110° and in the upfolds of 75° . The outer surface gives the impression of „lames externes en cornets emboîtés” (TOUCAS). S and E on the ventral side, slightly excavated, easily discernible formed by slight upfoldings of the funnel plates, which are flatroofed and broader than the other folds. Mostly E somewhat larger than S. Interbande consisting of two regular downfolds and one upfold (textf. 3, no. 4). Upper valve convex, covering the whole lower valve. Apex subcentral to slightly excentral toward the dorsal side. Ligamental crest long (3—12 mm), in two specimens very thick, pathological. In one of these the ligamental crest is 9 mm long and 5 mm thick! Hinge apparatus of the Radiolitidae-type, myophores rather broad. On both sides of the ligamental crest secondary body-cavities.

In the TOUCAS-groups we should place this species at the end of the second (*Rad. sauvagesi*) group, near *Rad. styriacus* and *Rad. aurigerensis*. These seem, however, to have only one interbande-fold (lit. 17, 10). *Rad. jovis* ASTRE (1, p. 94, 95) has a coarser siphonal zone with one interbande fold.

Bournonia planasi THIADENS n.s. Pl., f. 3, 6, 8; textf. 3 (1).

Larger and smaller fragments of lower valves, with very thick outer shell layer, badly delimited S and E, without distinct interbande-rib and without ligament, therefore belonging to *Bournonia*. Only the type-specimen (Pl., f. 3) is well-preserved. It is large, oval; diameter dorso-ventrally 31 cm and perpendicular to it 19 cm. Height 16 cm. Body cavity broad-oval, 14×11 cm. Shell very thick, at the dorsal side 11,5 cm, at the antero-ventral side 9,5 cm. Outer shell layer with very fine, typical structure, consisting of many funnel plates (15 μ thick), separated by



Fig. 3. 1. *Bournonia planasi* n.s. $\times \frac{1}{2}$. Hypotype; with vessel-impressions.
 2, 6, 7, 8, 9. *Bournonia* n.s. Syntypes; $\times \frac{1}{2}$. S, E: siphonal zones; O: body cavity; O' dors. acc. cavity; ma, mp: ant. and post. myophores. (9: two unrolled curves of siphonal zones).
 3. *Bournonia* sp. $\times \frac{1}{2}$.
 11. *Bournonia* sp. $\times \frac{1}{2}$. Hor. sect. of three specimens.
 4, 5. *Radiolites macroplacatus*. $\times \frac{1}{2}$. O: body cavity; O', O': acc. body cavities; L: ligam. crest; S, E: siphonal zones; AII, PIII: teeth; ma, mp: ant. and post. myophores. (4: unrolled curves of siphonal zones of different specimens).
 10. *Tampsia ruttani* VERMUNT (in litt.). $\times \frac{1}{2}$. c: cortex, E: fold.
 12. *Titanosarcollites giganteus*. $\times \frac{1}{2}$. Showing origin of big canals.
 13. Caprinid fragment. $\times 1.6$.
 14. Fragment of ?*Caprinula*. $\times 2$.

spaces of about $40\ \mu$ or less. On tangential section they are straight lines with some slight, small foldings on regular distances; prisma cell-walls scarcely to be seen. On radial section (Pl. f. 6) the funnel plates are straight lines without folding; prisma cell-walls difficult to discern. On horizontal section (Pl. f. 8) prisma cell-walls ($37\ \mu$ thick) roughly radially arranged, showing a striate structure; prismacells $110\ \mu$ wide. Well-discernible vascular impressions on the limbe, concave at the upper side, bifurcating towards the exterior (textf. 3, no. 1). E corresponds with a $40\ \text{mm}$ broad, low zone with horizontally arranged funnel plates; S higher situated on an obtuse rib, $25\ \text{mm}$ broad; I asymmetrical, slightly downward folded, $40\ \text{mm}$ broad. Part between S and dorsal side with one, large undulation, between E and dorsal side with three undulations. Dorsal side corresponding with an upfolding, ventral with a downfolding. Interior of lower valve well-preserved with the two myophores, the tooth alveoles (a' , p'), the body-cavity and the dors. acc. cavity (Pl. f. 3). A second specimen, more eroded shows the same features.

This form is different from all known species of *Bournonia*. It resembles *B. haydeni* DOUV. (3, p. 9—11), which is smaller and has a coarser structure. Typical for the new species are: the fine structure, the thick shell, the slightly undulated funnel-plates and the asymmetrical siphonal zone.

Localities: H 241 and H 245 near L 128 with *Lepidorbitoides*, *Orbitoides palmeri*, *Camerina vermunti*; L 223, with *Orbitoides browni*. Type locality is L 223.

Bournonia n.s. Pl. f. 7, 9; textf. 3 (2, 6, 7, 8, 9).

8 Specimens. All fragments of lower valves, sometimes with part of upper valve. Conical to flat conical. Height up to $55\ \text{mm}$. Body cavity oval, 30×23 , 70×50 , 53×38 , 60×50 and $25 \times 18\ \text{mm}$, the dorsoventral diameter being the largest. Shell very thick, up to $45\ \text{mm}$. Structure fine, sometimes reticulate to radially striate, always partly or wholly denticulate. Test consisting of many fine funnel plates ($15\ \mu$), max. $160\ \mu$ apart, whereupon fine spiculae and vertical, vermiculate prisma cell-walls ($12\frac{1}{2}\ \mu$). On three specimens S and E can be seen. They are very asymmetrical, S corresponding with a high upfold and a marked rib, I with a asymmetrical downfold, E with a very slight, broad upfold. I broader than S and E. Funnel plates scarcely folded along the rest of the circumference. This form belongs to *Bournonia* for the absence of ligamental crest, the rather badly delimited S and E, the thick shell, and the relatively small interbande. There is a very large dors. acc. body cavity, separated from the main body cavity by a long, narrow bridge, joining the teeth and myophores. Myophores large and triangular. Typical for this species are the structure, the large, accessory cavity and the asymmetrical siphonal zones. Structure different from *B. planasi* (Pl. f. 6, 7, 8, 9). The material is too poor for adequate specific description.

Locality: H 601, with *Lepidorbitoides* and *Vaughanina cubensis*.

Bournonia thiadensi VERMUNT (in litt.).

One specimen of this species, which will be shortly described by L. VERMUNT from Pinar del Rio, has been found at L 549, with *Pseudorbitoides* and *Camerina vermunti*.

Bournonia sp. Textf. 3 (3, 11).

Two small specimens; rectangular; without ligament; S on a rib; E "à fleur du test"; S and E on a long side of the rectangle. The opposite side is flat. Diameter 30×17 mm. Outer shell-layer up to 8 mm thick. Funnel plates 45μ . Perpendicular to the funnel plates near the body-cavity many small, acute pillars. Towards the periphery they become vermiculate walls; at the dorsal and ventral side they pass into long, radial, anastomosing walls, causing a striate structure. So, here appear in one test together typical striate, reticulate and denticulate structures!

This form much resembles "*Parabournonia hispida*" (lit. 9).

Locality: H 627, with *Lepidorbitoides* and *Vaughanina*.

Biradiolites aquitanicus TOUCAS. (TOUCAS, Mém. Soc. Géol. Fr. Pal. 17, 1909, p. 107, Pl. XX, f. 20; VERMUNT, in litt.).

Two well-preserved specimens, about as large as TOUCAS' type or somewhat larger; length 65 and 100 mm; Diameter dors. ventr. \times ant. poster. 70×55 and 100×75 mm. E, S and I agree well with TOUCAS' specimen; E corresponding with a broad, flat-bottomed downfold, S with a downfold on a broad rib (10 mm), and I consisting of a sharp downfold with, on both sides, an upfold. In the larger specimen (H 624) acc. dors. body cavity large; dental apparatus of normal type; myophores strongly developed; between S and dorsal side three sharp ribs (downfolds). Differing from TOUCAS' type by smaller siphonal zones. In the smaller specimen (L 549) the upper valve, partly preserved, consists of funnel plates, like the lower valve. Upper valve flat, convex. Structure of the outer shell layer denticulate.

Localities: H 624 and L 549, with *Pseudorbitoides* and *Camerina vermunti*.

Tampsia rutteni VERMUNT (in litt.). Textf. 3 (10).

Only one fragment of a lower valve, showing clearly the generic features on hor. section. The narrow infolding near E (11 mm) is closed at the periphery of the outer shell-layer. Growth-layers less undulated than in the types. The prismatic cells are slightly radially arranged. Funnel plates dipping 35° to the axis of the animal, on hor. section causing concentric circles.

This form differs from *T. lopez-trigoi* (8) by the strong inclination of the funnel plates; the Mexican *Tampsia*'s are much larger and coarser.

Locality: H 614, with *Pseudorbitoides*, *Orbitoides* and *Vaughanina*.

Durania sp.

Two fragments of the outer shell-layer of lower valve. Structure "franchement réticulée". In one specimen all the prisma cell-walls are broken. Prisma-cells measure in diam. in hor. section about 2.25 mm. The vert. prisma cellwalls are 150 μ thick. Small, rounded ribs on the surface, measuring from ridge to ridge 1 mm, separated by grooves, as broad as the ribs.

The fragments resemble *D. curasavica* (6); they are coarser reticulate. Locality: H 260, with *Camerina vermunti*.

Titanosarcolithes giganteus (WHITF.). Textf. 3 (12). (TRECHMANN, Geol. Mag. LXI, 1924, p. 392—400, pl. XXIII, f. 1, 2; textf. 1; — DOUVILLÉ, Bull. Soc. Géol. Fr. 4, XXVI, 1926, p. 131—133, pl. VIII, f. 5; textf. 1, 2).

Fragments, characterized by large and many small canals in the outer shell-layer. One specimen shows the origin of the big canals, as TRECHMANN described (textf. 3, no. 11).

Localities: H 627, H 624, H 245, L 138, L 128, A 450, T 835, at several localities with *Lepidorbitoides*, *Vaughanina* and *Pseudorbitoides*.

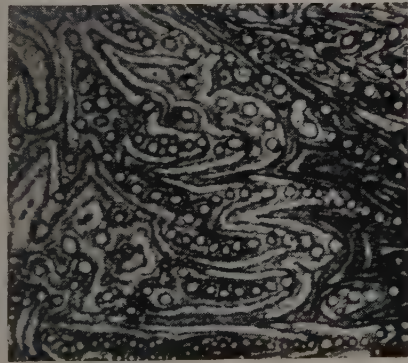
REFERENCES.

1. ASTRE, G., Les faunes de Pachyodontes de la province catalane entre Sègre et Fraser. B. S. Hist. Nat. Toulouse, **64**, 31—154 (1932).
2. BOISSEVAIN, H. and MAC GILLAVRY, H. J., Some remarks on *Barrettia sparcilirata* etc. These Proc. XXXV, 1303—1312 (1932).
3. DOUVILLÉ, H., Le Crétacé et l'Eocène du Tibet Central. Mem. Geol. Surv. India. Pal. Ind. 5, mem. 3 (1916).
4. DOUVILLÉ, H., Fossiles du Crétacé de Cuba. B. S. G. Fr. (4). XXVI, 127—138 (1926).
5. KÜHN, O., Fossilium Catalogus, pars 54, Rudistae (1932).
6. MAC GILLAVRY, H. J., The Rudist fauna of Seroe Teintje, Northern Curaçao. These Proc. XXXV, 381—392 (1932).
7. MAC GILLAVRY, H. J., Remarks on Rudists. These Proc. XXXVIII, 558—565 (1935).
8. PALMER, R. H., Nuevos Rudistas de Cuba. Rev. de Agric. **14**, 95—125 (1933).
9. RUTTEN, M. G., Rudistids of the Cretaceous of Northern Santa Clara province, Cuba. J. Pal. **10**, 134—142 (1936).
10. TOUCAS, A., Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. Mém. Soc. G. Fr. **36** (1907—1909).
11. TRECHMANN, C. T., The cretaceous limestones of Jamaica and their Mollusca. Geol. Mag. **61**, 385—410 (1924).
12. WHITFIELD, R. P., Description of species of Rudistae from the Cretaceous Rocks of Jamaica. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. **9**, 185—196 (1897).
13. WHITFIELD, R. P., Observations on the genus *Barrettia* Woadw., with description of two new species, *ibid.* p. 233—246.
14. ZITTEL, K. A., Die Bivalven der Gosaugebilde I. 2. Denkschr. Kais. Akad. Wiss. Wien. **25** (1866).

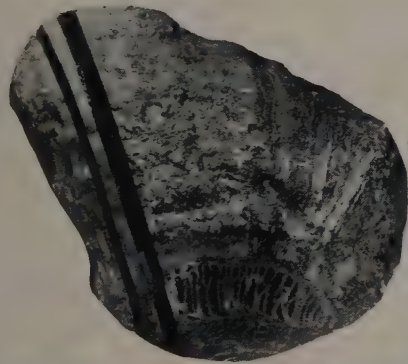
EXPLANATION OF PLATE.

Fig. 1. *Parastroma sanchezi*. Horizontal section of the shell. $\times 6$.

Fig. 2. *Barrettia sparcilirata*. $\times 0,32$.



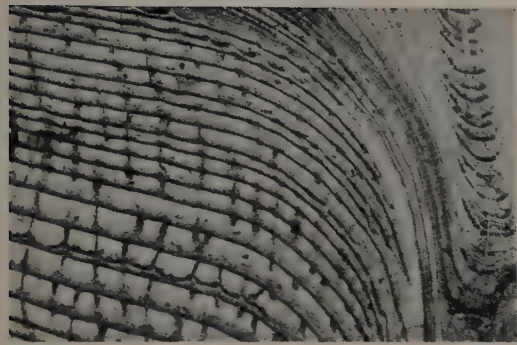
1.



2.



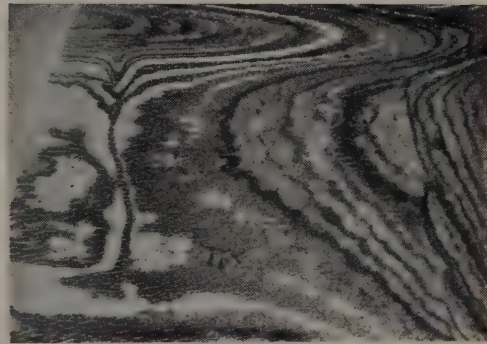
6.



7.



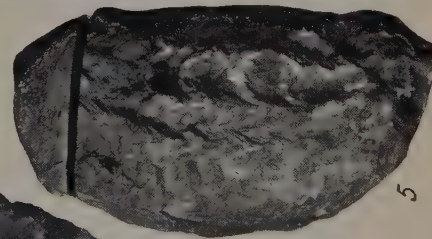
3.



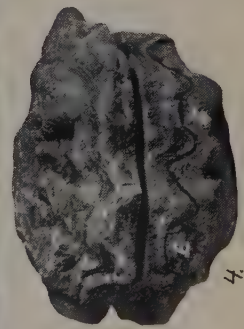
8.



9.



5.



4.

Fig. 3. *Bournonia planasi*. Type specimen. $\times 0,271$

Fig. 4, 5. *Radiolites macroplicatus*. fig. 4: $\times 0,63$, fig. 5: $\times 0,36$.

Fig. 6, 8. *Bournonia planasi*. Fig. 6: vertical, radial section of the middle of the shell, $\times 21,5$; fig. 8: horizontal section near the circumference. $\times 6$.

Fig. 7, 9. *Bournonia* n.sp. fig. 7: radial section near body-cavity. $\times 21,5$; fig. 9: horizontal section near the circumference. $\times 6$.

Anatomy. — *Brain-bodyweight relation in human ontogenesis and the "indice de valeur cérébrale" of ANTHONY and COUPIN.* By J. ARIËNS KAPPERS. (Communicated by Prof. C. U. ARIËNS KAPPERS).

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

In 1926 ANTHONY and COUPIN¹⁾ introduced an "Indice de valeur cérébrale" with the purpose of a somewhat more fertile study of brain-weight development during ontogenesis than could be achieved by merely studying the simple relation between body- and brainweight.

Their index is expressed as follows. In a certain stage of ontogenesis is calculated, with the brain-bodyweight relation formula of DUBOIS²⁾, the weight which the encephalon should have possessed with the body-weight which the concerned individuum really has. As we know, the formula of DUBOIS is $E = k P^r$, in which E is the weight of the encephalon, k the cephalisation coefficient, a factor which indicates the relative quantitative complexity of the brain, P the bodyweight and r the relation exponent which is approximately 0.25 comparing animals of the same species and 0.56 comparing different species. 0.25, therefore, is called the ontogenetic³⁾ or better the intraspecific relation exponent and 0.56 the phylogenetic or interspecific exponent⁴⁾.

As they were comparing individuals of the same species, ANTHONY and COUPIN considered it appropriate to use the intraspecific relation exponent. Furthermore they gave the cephalisation coefficient (k) the value which holds good for the adult, calculated with the intraspecific exponent. Applying this method, they calculated the brainweight which an adult specimen of the species would have, if its bodyweight should be reduced to that of the concerned stage of ontogenetic development. Their "Indice"

¹⁾ ANTHONY, R. and COUPIN, F., Introduction à l'étude du développement pondéral de l'encéphale. L'indice de valeur cérébrale au cours de l'évolution individuelle. Zagreb (1926).

²⁾ DUBOIS, E., On the relation between the quantity of brain and the size of the body in Vertebrates. Proc. Royal Acad. Amsterdam, 16 (1913). Idem, Phylogenetic and ontogenetic increase of the volume of the brain in Vertebrata. Proc. Royal Acad. Amsterdam, 29, 230.

³⁾ For the use of the word ontogenetic in this connection I refer to the Summary.

⁴⁾ DUBOIS also calls the ontogenetic exponent homoneuric and the phylogenetic one heteroneuric.

The expressions intraspecific and interspecific relation exponents are introduced by ARIËNS KAPPERS, C. U. for DUBOIS' ontogenetic and phylogenetic exponents (see his Evolution of the Nervous System, Haarlem (1930), p. 203).

then is the quotient of the really observed brainweight and the brainweight resulting from this calculation. To give an example: if the calculated brainweight is 150 and the observed brainweight 200, the index is $\frac{200}{150} = 1.33$.

The authors consequently presume that during the whole ontogenesis the intraspecific relation exponent may be applied in the formula of DUBOIS and also that the cephalisation (k) remains constant. Thus they find, using data of ZIEHEN, BOYD and PARROT, that their index reaches a maximum of 1.4 during the 3d—4th year, this being its highest value during the whole ontogenesis, i.e. that the brainweight at this age is 1.4 times larger, and also so much more in qualitative value, according to ANTHONY and COUPIN, than the brainweight of an adult of the same proportion as a child of 3—4 years. After this age their "Indice" gradually decreases till the value 1 is reached with the adult age.

But why these calculations of brainweights of for the greater part fictitious, impossible individuals? Why a double calculation, where in the formula of DUBOIS itself, we know a factor which reaches the purpose, aimed at by ANTHONY and COUPIN, perhaps much better? For is not the cephalisation factor, k , a certain quantitative expression of the stage of development at which the brain is standing, indicating its relative complexity? Besides, is it not far more logical and simple to use only once DUBOIS' formula to calculate by substitution of the given brain and bodyweights the cephalisation coefficients with equal relation exponents — for a moment assuming that ANTHONY and COUPIN were right in doing so — instead of making the cephalisation constant and thus creating fictive brainweights?

Applying this method it appears that, k being calculated for different ages, this cephalisation factor varies ever so much during ontogenesis. The cephalisation also reaches its highest value in the 3d—4th year, when we use the same data as the authors did, and has the same course as they found for their "Indice de valeur cérébrale".

This parallelism was to be expected as follows from some mathematical equations.

ANTHONY and COUPIN used the formula of DUBOIS in this form:

$$E_{\text{to be calculated}} = k_{\text{constant}} P^r,$$

where we will call k constant because they took the same value for it in each equation, i.e. the value of k in the adult individual of the species; the "Indice de valeur cérébrale" then is:

$$\frac{E}{E_{\text{to be calculated}}}.$$

Following the other method, i.e. calculating the cephalisation coefficient we should write the formula:

$$E = k_{\text{to be calculated}} P^r.$$

On examination of the ratio between the index and the cephalisation factor, it follows from the above mentioned equations that

$$\frac{\text{Indice de valeur cérébrale}}{k_{\text{to be calculated}}} = \frac{I}{k_{\text{constant}}} = C.$$

This shows that the ratio between the index of ANTHONY and COUPIN and the cephalisation factor, calculated for each non-adult individual, is constant. They are directly proportional.

As the variation of the cephalisation during growth seems to express the same as ANTHONY and COUPIN wanted to learn with their index, it seemed desirable, before refuting their startingpoints, to demonstrate the improbability of their conclusions by using the more direct and simple method of calculating the coefficient which gives the same results and whereby these may be seen more clearly.

From the calculations namely, should follow that the cephalisation, i.e. the relative complexity of the brain, would have its highest value in early youth to decrease in the further course of development.

Here we have a demonstration of the disagreeable fact that the cephalisation coefficient is only a relative factor, being used a constant relation exponent, dependent not only on brainweight but also on bodyweight. In comparing the final stages of development, i.e. adult animals, the cephalisation factor has its advantages though being relative, because it demonstrates a certain difference in organisation between animals in agreement with the natural system. On the other hand it includes a certain, more absolute value here because we deal with fullgrown brains and fullgrown bodies, the cephalisations of which are compared. Therefore one can, for instance, say that the real general complexity of the brain of man will be in all probability four times greater than the brain complexity in Anthropoids, the relative complexity of the human brain being four times greater, when we assume that the peripheral innervation is about the same in both.

But in ontogenesis we have to deal with a complicating circumstance, i.e. the own growing-rhythm of brain and body, which perhaps in time may be compared but not in quantity of weight increase per time unit ¹⁾. It is known that the development of brainweight is stopped at a much earlier stage in ontogenesis than the development of bodyweight. After this age bodyweight increases while brainweight remains practically constant. Naturally, therefore, the relative complexity, the relative cephalisation factor decreases. Now we have reason to assume that the real complexity of the brain will not much more differentiate after the stage at which the brain reaches its final weight. The fact that we find that the cephalisation factor in early youth is greater than in the adult stage shows the limits and the insufficiency in this respect of this factor

¹⁾ ARIËNS KAPPERS, J., Brain-bodyweight relation in human ontogenesis. Proc. Royal Acad. Amsterdam 39, 871 (1936).

to give an idea of the real complexity of the brain. It is not right to say, as ANTHONY and COUPIN seem to do, that from this should follow that also the qualitative value of the brain in youth is greater than in the adult, for greater qualitative value can only be understood in connection with greater real complexity of brain and it is not conceivable that real cephalisation, real brain complexity, should ever during development have a higher degree than in the adult stage and that it should descend below a level once reached.

From this it follows, that the method of ANTHONY and COUPIN as well as the method of calculating the cephalisation with a constant relation exponent, which gives analogous results, are misleading. Neither of these methods can be of any use to us to understand the course of brain organisation during ontogenesis ¹⁾.

For this a simple, direct application of DUBOIS' formula is not sufficient, nor even possible. First of all we have to test if the assumption of ANTHONY and COUPIN, that the relation exponent during growth remains constant, holds good.

It is only possible to calculate this exponent from two distinct cases if the cephalisation factor k is equal in both, because if not, we have too many unknown factors. Thus $k_1 = k_2$ in the formulae

$$E_1 = k_1 P_1^r \text{ and } E_2 = k_2 P_2^r.$$

By substituting the known brain- and bodyweight, r is to be calculated from the formula:

$$r = \frac{\log . E_2 - \log . E_1}{\log . P_2 - \log . P_1}$$

This rule used by DUBOIS with adult specimens of different species we now will use with specimens of different ages of one species, c.q. human males. In order to avoid as much as possible the assumption that during human ontogenesis the complexity of the brain is constant, we took the following way:

Apparently two, in age very near specimens will have a much greater agreement in relative quantitative complexity of their encephalon, i.e. in cephalisation, than specimens of more differing ages. If we want to calculate the relation exponent between different ages, the age difference should be as little as possible, so that, the cephalisation being almost equal, the relation exponent can be determined according to the above-mentioned formula. The greater the increase of brainweight per time unit, the less ought to be the time difference between two specimens differing in age,

¹⁾ The fact that ANTHONY and COUPIN found that in some lower organised Vertebrata, as for instance *Sus*, the "Indice" very soon after, or even at birth, reaches the value I, never to surpass that once reached value later on, only proves, that in these animals the growth relation between brain and body is earlier consolidated than in higher organised Vertebrata.

of which the relation exponent must be calculated. After birth, greater age difference will have far less influence on the real complexity of the brain than in fetal life, when the increase of brainweight goes much more rapidly.

Calculating the relation exponents during the greater part of ontogenesis, we used the most reliable data, also on account of their number, mentioned in the series collected by JACKSON¹⁾. Of about 800 male and female specimens of various stages of fetal life published by WELCKER and BRANDT, LEGOU, FAUCON, ARNOVLJEVIC, ANDERSON, BOYD, LOMER, MEEH, LIMAN, THOMA, OPPENHEIMER, MÜHLMANN, COLLIN and LUCIEN, BENEKE and some by himself, JACKSON made a sharp selection, using for brainweight only 316 specimens from the second intra-uterine month to birth.

In his tables he gives the average weight percentage of various organs, calculated on the average total weight in such a way that for each individual specimen for each organ of this specimen the bodyweight percentage is calculated and from this the average of all the cases in each intra-uterine month is given. He also gives the variations, adding the minimum and maximum values. Since also the absolute bodyweights are mentioned, the average absolute weight of each organ may be easily calculated from his tables.

Evidently the average weights do not represent the condition at the beginning or at the end of a month, each average being taken over a whole month. Yet the average date of the month for which the average weight figures hold good, may be calculated with a fair degree of accuracy, the more so as the average bodyweights at the end of each month are calculated after the data of AHLFELD, LEGOU, FEHLING and MICHAELIS. The curve constructed by means of these averages is the ideal mean of the curves constructed after the data of each of these authors, which do not run exactly parallel, especially not for the end of the prenatal period.

For the postnatal period we used VIERORDT's²⁾ figures, which were also critically selected by this author from data from various sources.

The number of brains whose weight was taken was 483, distributed over 25 years. A disadvantage of VIERORDT's means is that the figures used for making it were not first calculated individually as JACKSON did.

¹⁾ JACKSON, C. M., On the prenatal growth of the human body and the relative growth of the various organs and parts. *The American Journal of Anatomy*, Vol. IX.

²⁾ VIERORDT, H., *Daten und Tabellen für Mediziner*. Jena (1906). We used these data for postnatal bodyweight, passing over those from other authors, because VIERORDT gives a complete series from birth to the 25th year, based on data from QUETELET. In comparing his data with those from others, for instance FREEMAN, R. G. Jr. (*Skeletentwicklung und Wachstum im Alter von 2 bis 18 Monaten, von 2 bis 7½ Jahren und von 8 bis 14½ Jahren, Anthropologischer Anzeiger, Jhrg. X, (1933)*), the weights of VIERORDT seem to be a little low, whereas those of FREEMAN, who measured American children, are a little high in comparison with data from various other authors, quoted by him. Our general results however will not be dependent on these differences.

VIERORDT's figures have been partly corrected by DONALDSON¹⁾. Of these postnatal data only those of the male specimens were used.

The averages of these brainweights suffer from a certain lack of exactitude by the relatively small number of specimens in some periods. This, as well as the fact that the postnatal data concern periods of a whole year and do not give the condition at the end of such a year, also explains that according to these figures the brainweight does not continually increase after birth but sometimes gives a lower average for an older year. This does not agree with what may be expected in a period of growth and apparently is due to an insufficiency of reliable data.

The way in which we combined these data and the results they gave in calculating the relation exponents may be seen from the following table:

Age:	Relation exponent (r):
2d — 3d intra-ut. month	0.976
3d — 4th " "	0.883
4th — 5th " "	0.888
5th — 6th " "	1.042
6th — 7th " "	0.936
7th — 8th " "	0.787
8th — 9th " "	1.506
9th — 10th " "	1.027
neonat. — 1st month	2.128
1st — 2d., 3d " "	0.625
2d, 3d — 4th, 5th, 6th month	0.499
4th, 5th, 6th — 7th, 8th, 9th month	0.654
7th, 8th, 9th — 10th, 11th " "	1.407
10th, 11th — 1st year	1.180
1st — 1.5th " "	1.079
1.5th — 1.75th " "	0.794
1.75th — 2d " "	0.026
2d — 3d " "	0.637
3d — 4th " "	1.561
4th — 6th " "	0.078
5th — 6th " "	0.608
6th — 8th " "	0.049
7th — 8th " "	0.141
8th — 9th " "	0.506
8th — 10th " "	0.195
10th — 12th " "	0.038
12th — 13th " "	0.314
13th — 15th " "	0.043

From this table it plainly appears that the relation exponent during

¹⁾ DONALDSON, The growth of the brain, London (1898).

human ontogenesis, so the r in the relation formula of DUBOIS $E = kP^r$, is not in the least constant and that in this way certainly neither the ontogenetic or intraspecific of 0.25, nor the phylogenetic or interspecific of 0.56 can be of any use to calculate the cephalisation during human development.

The fact that the relation between brain- and bodyweight in ontogenesis is not constant (as was well known before long from the simple varying quotient of body- and brainweight) and does not correspond either with the interspecific nor with the intraspecific relation, can still be demonstrated in another way, namely by a curve in which on the abscissae are given the bodyweights in grammes from the 4th intra-uterine month till the 10th year and on the ordinate the brainweights, also in grammes (see figure).

This graph also gives the curves resulting from the relations $E \propto P^{0.25}$ and $E \propto P^{0.56}$ calculated and constructed from the 4th intra-uterine month, birth and the 5th year on, to which are added the straight relation lines $E \propto P^1$.

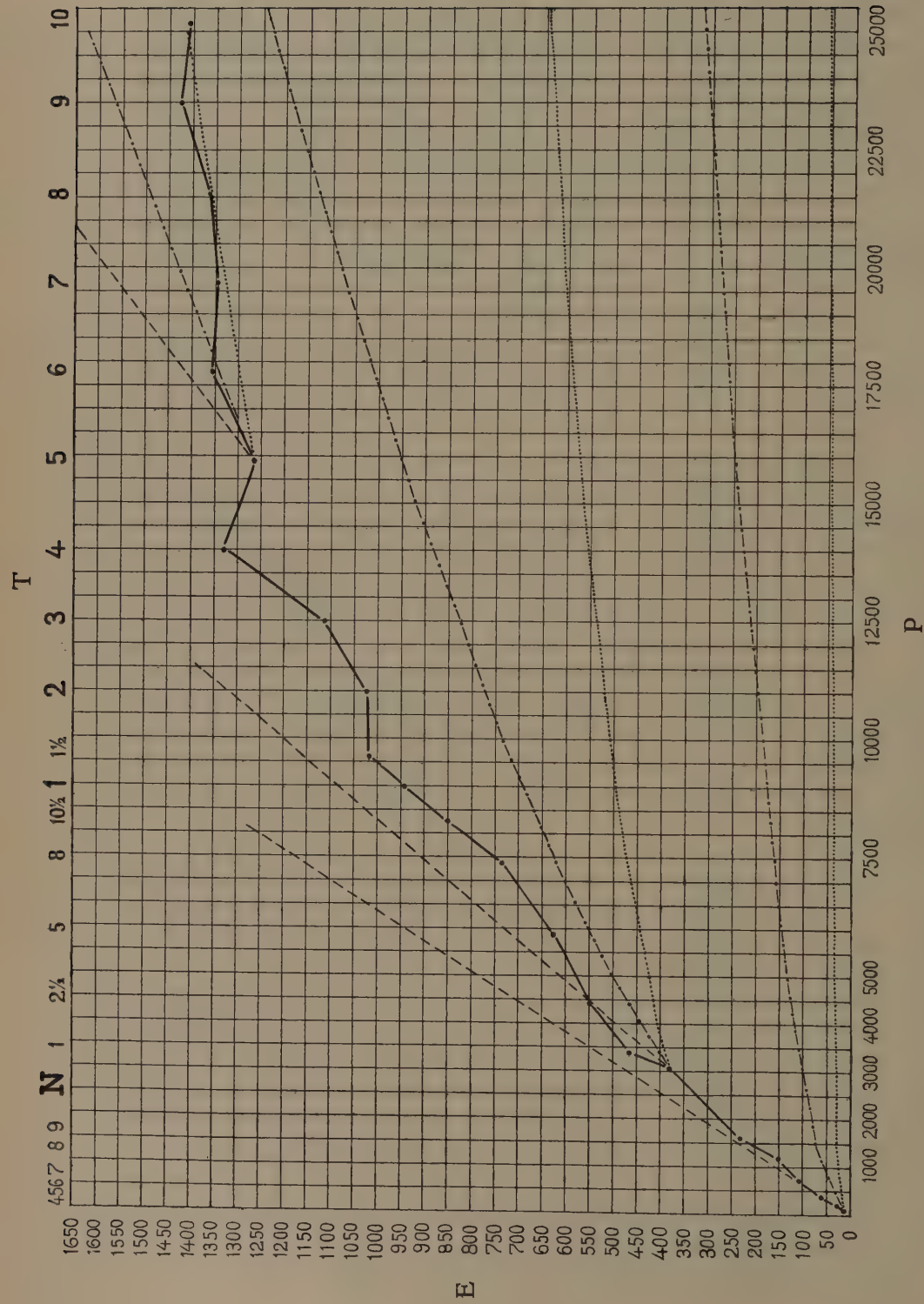
As stated above, the relation curves and lines are calculated from three ages on, based upon the relation between body- and brainweight conform to the formula of DUBOIS in these ages. Thus we have to compare the part of the real relation curve (strong line in the figure) from the 4th intra-uterine month till birth with the relation curves and line constructed from the 4th intra-uterine month point on. Similarly the part from birth to the 5th year with curves $E \propto P^{0.56}$ and $E \propto P^{0.25}$ and the relation line $E \propto P$ constructed from the birth point on, and the same with the part between the 5th and the 10th year. It is always assumed that during these time differences the cephalisation remains constant — which in all probability does not quite hold good, certainly not in the fetal period. However, only in this way we can clearly show what we want to demonstrate.

In the above-mentioned table the cephalisation factors in the stages, between which the relation exponents are calculated, are considered to have the same value, this being necessary for calculating the relation factor for the purpose of interpolating it in the formula of DUBOIS, which, without doing so, would not be possible.

It now appears that in older stages the real relation curve is leaving the relation lines $E \propto P$, to which it was very near, especially in the beginning of the fetal period of development²⁾, to approach more and more the relation curve $E \propto P^{0.56}$ in the complex, calculated from birth on, while in the complex calculated from the 5th year the real curve is very near the relation curve $E \propto P^{0.25}$. On the ground of known histological data, we may assume that the complexity of the brain certainly will not develop

¹⁾ For brain-bodyweight relation equations and their percentual increase during ontogenesis see also ARIËNS KAPPERS, J., l.c., p. 871.

²⁾ This also appears from the above-mentioned table, where the relation factor is very near 1 and widely exceeds even the interspecific relation exponent.



Graph of the relationcurve (strong line) of body- and brainweight form the 4th intrauterine month till the 20th year. Bodyweight (P) on the absciss, brainweight (E) on the ordinate, both in grammes; after JACKSON's and VIERORDT's data. Parallel to the absciss time (T) is given in intrauterine months (till N), months (till 1), and years (1-10).

Broken lines : relationlines $E \sim P$. Dashed-dotted lines : relationcurves $E \sim P^{0.25}$. Dotted lines : relationcurves $E \sim P^{0.25}$.

much more in the course of ontogenesis after the 5th year, so that from this age on we may regard the cephalisation, i.e. here the real complexity of the brain, as constant. And so we see that ANTHONY and COUPIN's assumption that the ontogenetic relation exponent may be used during human ontogenesis is approximately correct only for the period of 5—10 years, i.e. only from the time that cephalisation became constant. After the 10th year, when brain growth stops, whereas the body more than doubles its weight, this method of graphic demonstration evidently can no more be applied.

If we would assume theoretically that at least in the beginning of ontogenetic development the relative complexity of the brain, its cephalisation, still more increases, so that between the 4th intra-uterine month and birth and between birth and the 5th year cephalisation would not be constant as we assumed for convenience sake in constructing our figure, then the designed relation curves of $E \propto P^{0.25}$ and $E \propto P^{0.56}$ and also the relation $E \propto P$ would run somewhat higher and acquire a slightly different shape. But nevertheless the deviation of the real relation curve from the curves with the higher relation exponents and its approach to those with the lower exponents during the ontogenetic course would be as clear as it is now.

From the further difficulties involved in this subject we mention only the fact that in the used formula the relation exponent is a potential of the bodyweight, so that it is clear that not only the absolute value of the cephalisation coefficient will depend upon the exponent, but that also the relation between different cephalisation coefficients will differ according to the relation exponent used for their calculation.

From all this it follows that it will not be easy to express the change in quantitative complexity of the brain during ontogenesis in such a simple way as DUBOIS could do this for phylogenetically different adults.

SUMMARY.

From our calculations, substituting JACKSON's and VIERORDT's data for body- and brainweight during ontogenesis in the brain-bodyweight relation formula of DUBOIS, and from the graphical composition of these data it appears that the assumption of ANTHONY and COUPIN, that the relation exponent between body- and brainweight used in calculating their "Indice de valeur cérébrale" may be considered to remain constant during ontogenetic development and should be the intraspecific one, does not hold good.

On the contrary the brain-bodyweight relation is very variable also as far as the relation exponent is concerned, so that neither the intraspecific nor the interspecific or any other constant relation exponent could be used in calculating cephalisation during ontogenesis.

It is demonstrated that also in other respects their conclusions must be considered as erroneous.

The relation exponent during ontogenesis not being constant, it is not right to call the intraspecific exponent (± 0.25) — which only holds good for adults in comparison with adults of the same species — the ontogenetic exponent.

Psychology. — *Die psychoanalytische Trieblehre.* Von G. RÉVÉSZ.
(Psychologisches Laboratorium der Universität Amsterdam).
(Communicated by Prof. E. D. WIERSMA).

(Communicated at the meeting of September 26, 1936).

Die Aufgabe, die ich mir stelle, ist, die FREUD'sche Lehre über die Triebe in ihrer Entwicklung zu verfolgen, auf ihre Konsequenzen zu prüfen und seine Aufstellungen mit den normalpsychologischen Erfahrungen und den allgemein-biologischen Tatsachen zu konfrontieren.

1. DIE URSPRÜNGLICHE TRIEBLEHRE.

Das Primat des Sexualtriebes.

In seinen „Vorlesungen zur Einführung in die Psychoanalyse“ (1920) bezeichnet FREUD den Trieb zur Nahrungsaufnahme und den Trieb zur sexuellen Betätigung als die beiden wichtigsten Lebensfunktionen. Er setzt dem Hunger die Libido gegenüber, worunter er jene Kraft versteht, „mit welcher der Trieb, hier der Sexualtrieb, wie beim Hunger der Ernährungstrieb, sich äussert“ (S. 357). Trotz des Unterschiedes stehen nach FREUD beiden vitalen Funktionen nicht scharf getrennt einander gegenüber, wie die alltägliche Erfahrung und die Psychologie der Lebensbedürfnisse lehren, denn schon in der ersten Periode des Lebens kann man im Akt des Saugens die Verbindung beider Fundamentaltriebe feststellen, indem der Sexualtrieb sich in der „Anlehnung“ an den Nahrungstrieb manifestiert.

Wenn wir auch zugeben, dass sexuelle Erregungen schon in der frühesten Kindheit hervortreten und dass sie im Saugen des Säuglings ihren Ausdruck finden, selbst in diesem Falle muss gewarnt werden, die beiden Triebe etwa als Modifikationen eines Grundtriebes anzusehen, — eine Auffassung, wozu das FREUD'sche Lustprinzip und die verschiedenen Formen der Libido leicht Anlass geben könnten. Denn aus dem Umstand, dass ein Körperorgan zweierlei Bedürfnissen dient, folgt noch nicht, dass diese Bedürfnisse auch wesensverwandt sind. Es bleibt doch noch immer die Möglichkeit zu erwägen, ob beim Säugling das Saugen nicht etwa ein Generalmittel ist, den gespannten Zustand des ganzen psychophysischen Systems ins Gleichgewicht zu bringen. Es ist nämlich nicht auszuschliessen, dass ein Ausgleich, eine Entspannung immer erfolgen kann, sobald das Energiereservoir an irgendeiner Stelle des

Organismus einen Abfluss erleidet. Man darf in diesem Zusammenhang nicht ausser Acht lassen, dass am Körper des Säuglings, ja sogar eines ausgereiften Menschen unter Umständen die Reizung beinahe aller Körperteile sexuelle Sensationen auszulösen im stande ist, worauf uns FREUD selbst aufmerksam macht.

FREUD hat auf die Bedeutung des organologischen Verbandes zwischen Nahrungsaufnahme und einem der sexuellen Erregungs- und Befriedigungszentra für die Erklärung gewisser normalen und abnormalen Äusserungen hingewiesen, aber damit ist weder über die Einheitlichkeit noch über die Spezifität dieser Triebe etwas bestimmtes festgelegt.

Der organologische Verband des Nahrungstriebes mit dem Sexualtrieb scheint FREUD zu der Annahme des *Primats* und der *Dominanz* des Sexualtriebes geführt zu haben. In seiner inhaltsreichen Arbeit „Jenseits des Lustprinzips“ (1922), im besonderen Masse aber in seinem nicht weniger interessanten Werk „Das Ich und das Es“ (1923), wo er die Beziehung des Bewussten zum Unbewussten erörtert, stellt er unzweideutig den Sexualtrieb bzw. den erweiterten Begriff der Sexualität, den Eros, über alle Triebe. Nach ihm soll der Sexualtrieb den *Urtrieb* repräsentieren, woraus alle andere Triebe abzuleiten wären. Der Sexualtrieb umfasst demnach nach FREUD nicht nur die eigentlichen ungehemmten und sublimierten erotischen Triebregungen, sondern auch den Selbsterhaltungstrieb (S. 49). Setzt man den primären Narzismus mit dem Selbsterhaltungstrieb in engste Beziehung und sieht man in dem Narzismus den Ausdruck der Sexualität, dann wird man in der Tat sehr leicht verleitet, den Sexualtrieb mit dem Selbsterhaltungstrieb unzertrennlich zu verbinden. Ein weiterer Schritt, der allerdings schon über die Erfahrung hinausgeht, folglich nur als Hypothese Geltung haben kann, ist die Gleichsetzung der Selbsterhaltung mit sexuellen Strebungen. Durch diese Identifikation lässt sich erklären, dass die Libido — die anfänglich und in der psychoanalytischen Literatur auch noch später den Sexualtrieb im weitesten Sinne bedeutet — allmählich eine unbegrenzte Geltung und Bedeutung erhielt. Dass durch diese Identifikation die Libido-Theorie ihre eigentliche Bedeutung verliert, kam dabei nicht ganz zum Bewusstsein.

Diese Auffassung FREUDS könnte uns veranlassen, seine ursprüngliche Trieblehre *monistisch* zu interpretieren, obwohl er selbst in seinen theoretischen Ausführungen seinen ursprünglichen dualistischen Standpunkt, das Lust-Unlustprinzip, diese „beiden Prinzipien des psychischen Geschehens“, niemals aufgegeben hat. Die verschiedenen Stadien der Theorie des Masochismus haben allerdings das Lust-Unlustprinzip oft erschüttert, vor allem der Versuch, den Masochismus auf die Lustfunktion zurückzuführen; andererseits aber haben die seelischen Konflikte, deren Unlustkomponente sich nicht verleugnen liess, den dualistischen Gedanken immer wieder zum Durchbruch gebracht.

Wir wollen auf die rein formale Frage, ob nun die Ausführungen

FREUDS mehr eine monistische oder dualistische Interpretation erlauben, nicht eingehen; wir beabsichtigen zu prüfen, ob es wissenschaftlich berechtigt ist, dem Sexuellen im Triebleben eine überwältigende Bedeutung, ja sogar eine unbegrenzte Geltung zuzusprechen und die Sexualität (das Sexuell-Erotische) als *Grundquelle* aller Triebe und Strebungen, Tendenzen und Motive anzusehen.¹⁾ Vorwegnehmend muss ich sagen, dass diese Annahme zahlreichen biologischen Erfahrungen widerspricht, die bisher der Aufmerksamkeit der Forscher entgangen sind. Selbst FREUD scheint die Schwäche seines ursprünglichen Standpunktes erkannt zu haben, da er, obwohl aus anderen Gründen, seine radikale Auffassung aufgegeben hat.

Will eine Trieblehre eine allgemeine Geltung für sich beanspruchen, dann kann sie sich nicht allein auf die Menschen beschränken, sondern sie muss prüfen, ob sie auch vom *allgemein* biologischen Standpunkte aus einwandfrei ist. Dieser Gesichtspunkt darf nicht ausser Acht gelassen werden, wenn man nach Aufstellung von *Grundtrieben* oder *Urtrieben* strebt. Der Trieb ist ein *animalischer* Zug des Menschen. Das wird doch niemand bezweifeln wollen. Der Trieb ist demnach eine biologische Gegebenheit, die das Leben *aller* animalischen Lebewesen bedingt, beherrscht und möglich macht. Diese Grundtatsache der allgemeinen Biologie zwingt uns, bei Aufstellung einer Trieblehre auch die zoologischen und tierpsychologischen Erfahrungen zu berücksichtigen und an diesen Erfahrungen zu prüfen, ob eine Trieblehre allgemeine Gültigkeit beanspruchen kann oder nicht. Diesen Gesichtspunkt dürfen wir nur dann vernachlässigen, wenn es sich nachweisen liesse, dass zwischen den Urtrieben der Menschen und Tieren ein *grundsätzlicher* Unterschied besteht. Dieser Beweis ist aber nicht erbracht, ganz im Gegenteil: alle menschlichen Grundtriebe findet man bei den Tieren wieder, bei höher organisierten Tieren können wir sogar auf eine grosse Anzahl von differenzierten Trieben weisen. Auch scheint der Triebmechanismus — soweit man von der hemmenden und modifizierenden Funktion des Bewusstseins absieht — bei allen Lebewesen im wesentlichen von gleichen Gesetzen oder Tendenzen beherrscht zu sein.

Die Lehre FREUDS über das Primat des sexuellen Triebes lässt sich mit unseren triebpsychologischen Erfahrungen aber nicht vereinigen.

Erstens zeigt sich, dass ein Sexualtrieb *nicht bei allen animalischen Lebewesen* anzunehmen ist. Bei tierischen Organismen, bei denen die Fortpflanzung nicht auf geschlechtlicher Art, die Befruchtung also nicht durch Vereinigung geschieht, kann man die Existenz der Sexualfunktion in Abrede stellen, soweit man Fortpflanzung von der geschlechtlichen Form derselben unterscheidet. In diesem Zusammenhange möchte ich auch auf die niederen Metazoen weisen, bei denen man von Geschlechtsorganen im

¹⁾ Auch E. JONES hat versucht die Entwicklungsphasen der Trieblehre Freuds zu rekonstruieren. *Imago*, 2, 129 (1936).

eigentlichen Sinne nicht sprechen darf. Der schwerwiegendste Einwand scheint mir aber die Tatsache der Parthenogenese zu bilden. Dass Weibchen, die ohne geschlechtliche Vereinigung unbefruchtete jedoch entwicklungsfähige Eier ablegen, Sexualfunktion hätten, ist schwer vorstellbar; dass aber die Sexualfunktion in ihrem Leben eine besondere Rolle spielen sollte, ist einfach unmöglich. Blattläusen z.B., die parthenogenetische Vermehrung durch zahlreiche Generationen fortsetzen, wird man keinen Sexualtrieb zusprechen. Auch bei einigen höher organisierten Tieren fehlt beim verkümmerten Geschlechtsapparat die Geschlechtsfunktion. Man denke an die geschlechtslosen Arbeiter im Bienen- und Ameisenstaat.

Zweitens tritt die Geschlechtsfunktion bei gewissen Tierarten im individuellen Leben *nur ein einziges Mal* in Wirkung, wie bei den Drohnen während des Hochzeitsfluges der Königin. Wie man auch diese Fälle interpretieren mag, diese Tiere weisen jedenfalls nicht auf eine entwickelte und das ganze Leben beherrschende Sexualfunktion hin. Es wäre widersinnig anzunehmen, dass bei diesen Tieren die Geschlechtsfunktion die Quelle aller Triebe und die Ursache aller Handlungen ist.

Auf eine beschränkte Bedeutung des Sexualtriebes weist ferner die Tatsache hin, dass bei sehr vielen Tierarten der sexuelle Drang nur während einer sehr kurzen Periode, während der Brunstzeit, auftritt.

Nicht weniger wichtig ist schliesslich die Erfahrung, dass bei zahlreichen Tieren weder die sexuelle Not, noch die Entfernung der Sexualhormonen das Leben des Individuums zu beeinträchtigen vermag.

Wenn also im Tierreich, wo die Triebe die allgrösste Rolle spielen, die Erhaltung und Entfaltung des Individuums vom Sexualtrieb in zahlreichen Fällen nicht abhängt, dieser sogar gelegentlich fehlen kann, dann scheint es mir nicht berechtigt zu sein, diesen Trieb als Urquelle aller Triebe, als *Urtrieb*, der potentiell alle vitalen Kräfte in sich schliesst, zu betrachten.

Der allgemeine und vergleichende biologische Standpunkt spricht sich also gegen das Primat des Sexualtriebes aus.

Aber auch der anthropologische Standpunkt mahnt uns zur Vorsicht. Es ist noch nicht erwiesen, dass *alle* Lebensäusserungen des *Kindes* durch die infantile Sexualität erklärt werden können. Und ebensowenig sprechen die Fälle, wo ein *aufgezwungenes* sexualloses Leben ohne merkbare seelische und körperliche Gleichgewichtsstörungen verläuft, und wo die Desexualisierung des Lebens, das Aufgeben der Sexualziele, die vitalen Energien des Menschen noch nicht aufhebt, für die überwältigende Bedeutung des Sexualtriebes.

Die Schwierigkeiten wollte FREUD dadurch aufheben, dass er an Stelle des Sexualtriebes die Libido zum Zentrum des Triebsystems machte. Gibt man nun dem Begriff der Libido einen sehr weiten Inhalt, indem man darunter die Quelle aller jener Triebe versteht, die den Organismus zur *Lustgewinnung* bzw. zur Aufhebung unlustbetonter Zustände reizen,

dann kann eine so modifizierte Trieblehre für sich allerdings einen viel grösseren Geltungsbereich in Anspruch nehmen. Aber auch in diesem Falle muss man den aus diesem Standpunkt sich ergebenden Konsequenzen Rechnung tragen. Zunächst wird man von der Lehre des Primats des Sexualtriebes absehen müssen. Die Sexualität lässt sich in diesem Falle nur als eine Art von libidinöser Erregung betrachten, und nicht als ein Trieb, aus dem alle anderen Triebe abgeleitet werden können. Dabei kann man selbstverständlich diesem Triebe neben dem Nahrungs- trieb die grösste Bedeutung zuschreiben, unter gewissen Umständen sogar seine Dominanz anerkennen. Aber er bleibt immer nur *eine* Erscheinungsform der libidinösen Erregungen, die *neben* den anderen ihre Wirkung ausübt. Bei einer solchen Interpretation der Libido entgehen wir manchen Schwierigkeiten, die aus der Identifikation der Libido mit dem Sexualtrieb notwendig entstehen. Wir brauchen nicht mehr den Standpunkt zu verteidigen, der Sexualtrieb umfasse den *ganzen Triebmechanismus* und die Sexualtriebe *alle Ziele*, auf deren Erreichung sich der menschliche Organismus einstellt. Wir sind auch dem enthoben, zu beweisen, dass die Freude an schmackhaftem Essen, die Lust an Bewegung und Sport, der Genuss an künstlerischer und wissenschaftlicher Tätigkeit, die Hingabe für grosse Ideen, alles das, letzten Endes auf sexuelle Trieberregungen zurückzuführen ist.

2. DIE DUALISTISCHE TRIEBLEHRE.

Die monistische Trieblehre konnte FREUD auf die Dauer nicht befriedigen. Er schien mit *einem* Grundtrieb, sei es der Sexualtrieb oder die Libido, nicht auskommen zu können. Auf Grund theoretischer Erwägungen und vorzüglich pathopsychologischer Erfahrungen fühlte er sich veranlasst, noch einen *zweiten* Grundtrieb anzunehmen, und seine Wahl fiel auf den *Todestrieb*. Dieser Trieb soll gegenüber dem Eros, — unter dem die Selbst- und Arterhaltung zusammengefasst wird, — dem Zweck dienen, „das organisch Lebende in den leblosen Zustand zurückzuführen“ („Ich und Es“, S. 49). Insbesondere im Masochismus findet FREUD die Realisierung dieses zweiten Grundtriebes. Es war in der Tat schwer, alle Perversionen des Sexuallebens, selbst das Erdulden körperlicher Miss- handlungen aus dem „Lustprinzip“ restlos zu erklären. Ob aber gerade der entgegengesetzte Pol, der Todestrieb die richtige Lösung darstellt, wollen wir prüfen.¹⁾

¹⁾ Ueber die dualistische Trieblehre sind die Auffassungen auch bei den Analytikern geteilt. Es gibt einige, die die Lehre des Todestriebes ablehnen (W. REICH, in der Intern. Zeitschr. f. Psychoanal. Bd. XVIII), andere versuchen durch Interpretation bzw. durch Ersetzung des ursprünglichen Begriffes durch andere an dem Grundgedanken festzuhalten (F. ALEXANDER, in seiner „Psychologie der Gesamtpersönlichkeit“ S. 220 ff. (1927) und BERNFELD, in Imago, Bd. XXI) und wieder andere nehmen die Lehre als eine empirisch gutfundierte Theorie an und sprechen ihr eine unbeschränkte Geltung zu. Dazu gehören auch die, die, wie REICH erwähnt, in ihrer Praxis den Todestrieb angeblich in seiner vollen Wirklichkeit festgestellt haben.

Der metaphysische Charakter der Lehre.

Die dualistische Lehre FREUDS charakterisiert sich vom logischen Standpunkte aus dadurch, dass sie von zwei konträren, antithetischen Begriffen ausgeht. Sie sind konträre Begriffe, weil sie einander bekämpfen, aufzuheben suchen, andererseits, weil sie das Gebiet, worauf sie sich beziehen, vollständig aufteilen. Die Begriffe Tod und Leben verhalten sich also genau so wie die Begriffspaare gut und böse, schön und hässlich, schwarz und weiss, die einander aufzuheben suchen und zugleich die Gesamtheit des ganzen Gebietes (moralische Handlungen, ästhetische Gegenstände, tonlose Farben) aufteilen. Sie unterscheiden sich also nicht nur qualitativ voneinander, sondern bekämpfen als Gegensätzlichkeiten einander. Sie weisen auf zwei Pole hin, auf zwei gegensätzliche Tendenzen, die wir ganz allgemein als *Lebenstrieb* und *Todestrieb*, oder noch allgemeiner als *Prinzip des Lebens* und als *Prinzip des Todes* bezeichnen können. Durch diese Formulierung des FREUDSchen Begriffsapparates tritt nicht nur der scharfe *Dualismus* deutlich zutage, sondern noch eine andere Eigentümlichkeit der Lehre, nämlich ihr *metaphysischer* Charakter. Die FREUDSche Triblehre ist in ihrer dualistischen Fassung meiner Ansicht nach nicht eine empirisch-psychologische Lehre der Triebe, sondern eine *metaphysische Theorie des Lebens*. Die Gegenüberstellung des Lebenstriebes und des Todestriebes ist der biologische Ausdruck des Bejahens und Verneinens des Lebens, der Ausdruck zweier metaphysischer Prinzipien, die nach FREUD trotz ihrer Gegensätzlichkeit das Leben und das Schicksal jedes Individuums bestimmen. Im Lebenstrieb und Todestrieb kommt das konstruktive und das destruktive Prinzip zum Ausdruck, und FREUD scheint der Meinung zu sein, dass zum Begreifen des *Lebens* die Berücksichtigung *beider* Prinzipien notwendig ist.

Die empirische Geltung der Lehre.

Die Erkenntnis, dass die Triblehre FREUDS ohne seine Absicht einen metaphysischen Inhalt erhalten hat, muss uns zur Vorsicht mahnen. Wir können die metaphysische Grundlage der Theorie gelten lassen, nämlich das Walten der beiden grossen Prinzipien, des Prinzips des Lebens und des Prinzips des Todes, dabei aber ihre *empirische Geltung* bezweifeln. Die ganze Nomenklatur hat in der Metaphysik eine andere Bedeutung als in der Psychologie. In der Metaphysik lässt sich z.B. Trieb mit Wille identifizieren, wie das bereits SCHOPENHAUER getan hat; in der Psychologie jedoch ist eine derartige Identifizierung aus erlebnispsychologischen Gründen unstatthaft. Was wir in der Psychologie, in der empirischen Wirklichkeit unterscheiden, das können wir in der Metaphysik, die sich über die empirische Realität erhebt, wieder verbinden.

Die Ueberzeugungskraft der FREUDSchen Lehre liegt meiner Ansicht nach in der metaphysischen Natur der Lehre und nicht in der Erfahrung,

wo Selbstzerstörung unter normalen Umständen nicht vorkommt.¹⁾ Und gerade das ist ausschlaggebend; denn ein Trieb, der sich unter ganz gewöhnlichen Bedingungen manifestiert und auch dann nur ganz ausnahmsweise „befriedigt“ wird, kann nicht auf zentrale Stellung eines Grundtriebes Anspruch haben. Es ist also klar, dass die Triblehre FREUDS nur dann auf empirische Geltung Anspruch machen kann, wenn beide Triebe, der sexuelle und der Todestrieb in jedem individuellen Bewusstsein als zwei gleichwertige Faktoren des *Lebens* gezeigt werden können. In diesem Falle würde die „Geltung“ ein tatsächliches Erkennen des Behaupteten bedeuten, eine Geltung inbezug auf das menschliche Bewusstsein. Trieben, die nicht erlebt werden oder auf Grund ihrer Wirkungen nicht zur Erfahrung gebracht werden können, fehlt die Existenzgrundlage.

Prüfen wir nun, wieweit sich die dualistische Triblehre FREUDS mit unseren empirisch-psychologischen Erfahrungen in Einklang bringen lässt²⁾.

¹⁾ Für die Aussenstehenden besteht eine grosse Schwierigkeit, sich in dem allzu sehr wechselnden Begriffsapparat der Psychoanalyse auszukennen. Es ist zwar begreiflich, dass mit Bereicherung unseres Erfahrungsmaterials, mit Aufdeckung neuer Tatbestände auch die Theorien und Hypothesen eine Aenderung erleiden. Das darf aber nicht dazu führen, mit Einführung neuer Begriffe die Schärfe der in der Literatur aufgenommenen Grundbegriffe aufzuheben. Besondere Schwierigkeiten bietet in der psychoanalytischen Literatur die Gewohnheit, verwandte oder analoge Begriffe zu identifizieren, dabei aber dem Inhalt der abwechselnd verwendeten Begriffe keine feste Bestimmung zu geben. Es wird demnach nicht immer deutlich, ob die abwechselnden oder aneinandergereihten Begriffe wirklich identisch aufzufassen sind oder ob sie verwandte Formen oder nur Modifikationen des ursprünglichen Begriffes anzudeuten haben. Solche Unsicherheit entsteht, wenn z.B. Eros mit Sexualität und Libido oder Todestrieb mit Selbstvernichtung, Selbstschädigung, Selbsterniedrigung, Masochismus verbunden auftritt. Ob diese unscharf definierten Begriffe in der psychoanalytischen Praxis und Kasuistik zu Schwierigkeiten führen, kann ich nicht beurteilen, aber vom psychologischen Standpunkte aus lässt sich jedenfalls die Identifikation dieser Begriffe nicht rechtfertigen, zumal sie nicht allein auf verschiedene Erlebnisse hinweisen, sondern zugleich auf Erlebnisse von ganz verschiedenen Schichten des psychischen Lebens. Wenn ich also hier die Lehre des Todestriebes behandle, dann gehe ich von dem realen, psychologischen Inhalt eines *Todestriebes* aus, folglich bin ich gezwungen, eine Identifizierung mit unlustvollen Tendenzen, Entspannungsvorgängen, gesundheits- oder lebensschädigenden Wirkungen gewisser neurotischer Einstellungen abzulehnen. Auch kann ich den sog. menschlichen Aggressionstrieb, der sich gegen die eigene Person wendet, nicht dem Todestrieb gleichsetzen. Einen anderen Standpunkt kann man nur dann einnehmen, wenn erst der untrügliche Beweis geliefert wird, dass alle diese Tendenzen und Antriebe ihre Quelle in der Tat im Todestrieb, im Selbstvernichtungstrieb haben. Das ist aber noch nicht geschehen. Bis jetzt ist man gerade den umgekehrten Weg gegangen, indem man auf Grund der verschiedenen Formen des Leidens bzw. der Unlust auf einen tief verborgenen Trieb, auf den Todestrieb *geschlossen* hat.

²⁾ In seiner „Selbstdarstellung“ hat Freud seiner dualistischen Auffassung eine hypothetische Form gegeben. Er bezeichnet sie als eine Konstruktion, deren Brauchbarkeit noch zu beweisen ist. „Sie ist zwar von dem Bestreben geleitet worden, einige der wichtigsten theoretischen Vorstellungen der Psychoanalyse zu fixieren, aber sie geht weit über die Psychoanalyse hinaus.“

Gegen die Behauptung FREUDs, dass der Triebmechanismus des Menschen eine Art von Zerstörungstrieb in sich schliesst, lässt sich nichts einwenden. Anfechtbar wird die Auffassung erst dann, wenn man den Zerstörungstrieb mit dem sog. Todestrieb identifiziert, und wenn man den Zerstörungs- bzw. Todestrieb dem Lebenstrieb bzw. der Libido als gleichwertige biologische Kräfte oder Aktivitätsformen gegenüberstellt. Diese Auffassung wird in der Tat durch FREUD vertreten, was ihn veranlasst, den Todestrieb in den Mechanismus des menschlichen Organismus genau so einzubauen wie den Lebensdrang. FREUD drückt sich wörtlich in folgender Weise aus: „Das Leben selbst ist ein Kampf und Kompromiss zwischen diesen beiden Strebungen, d.h. zwischen dem Selbsterhaltungstrieb (Sexualtrieb) und Todestrieb“ („Ich und Es“, S. 49).

Dass diese Ansicht nicht auf biologischen und erlebnispsychologischen Erfahrungen beruht, wird niemand verkennen. Nur ganz besonders starke affektive Zustände oder Geisteskrankheiten sind imstande, den Menschen zu einem gegen sich selbst gerichteten Zerstörungsakt zu verleiten. Selbst in diesen Fällen kommt es meistens nicht zu einer Vernichtung des persönlichen Lebens, da letzten Endes nur eine Flucht aus dem gegenwärtigen Zustand bezweckt wird. Der Masochismus, dieser Grenzzustand zwischen Normalem und Pathologischem, der bei der Aufstellung der Lehre des Todestriebes bei FREUD sicherlich mitwirkte, führt niemals zu Vernichtung des eigenen Lebens¹⁾. Würden pathologische Zustände, Perversionen usw. gelegentlich auch zur Vernichtung des Lebens führen, auch dann hätten wir noch nicht das Recht, den Zerstörungstrieb, geschweige denn den Todestrieb zur *Grundlage einer allgemeinen*, sich auf alle Individuen beziehenden *Trieblehre* zu machen. Auch der Hinweis auf die Ähnlichkeit des Sterbens mit dem Zustand der vollen Sexualbefriedigung und das bei einigen wenigen niederen Tierarten beobachtete gelegentliche Zusammenfallen des Todes mit dem Zeugungsakt, lässt sich bei genauerer Prüfung nicht als Stütze für die Hypothese des Todestriebes in Anspruch nehmen. Nicht der Todestrieb treibt das lebende Wesen zur sexuellen Befriedigung, sondern gerade das Gegenteil, die *Lebenslust*. Weder die volle, restlose Hingabe während des Aktes, noch die Einstellung der Aktivität nach der Befriedigung, hat mit dem sog. Todestrieb etwas zu tun. Der erstere Zustand hat eher einen sadistischen als masochistischen Charakter. Folglich gefährdet er die Existenz des Individuums nicht. Das darauf folgende Stadium ist durch das Bedürfnis der Ruhe, der Entspannung gekennzeichnet. Sowohl der Sexualakt, wie der der körperlichen und geistigen Entspannung ist demnach gerade eine Wirkung des *Lebenstriebes*, die dem Zwecke der *Regeneration der Kräfte* und nicht dem des sog. Todestriebes dient. Ganz ähnlich steht es mit der von FREUD als Beispiel angeführten

1) Eine Korrektur erleidet diese Behauptung dadurch, dass gelegentlich Menschen ihr Leben andauernd Gefahren aussetzen. Diese Fälle vom „latenten“ Todestrieb sind indessen Ausnahmefälle, die einer hypostasierten allgemein biologischen Theorie nicht zur Grundlage dienen können.

Drohne, die im Hochzeitsflug nach der Kopulation stirbt. Auch die Drohne wird nicht durch den Todestrieb zur Kopulation getrieben, sondern gerade umgekehrt, eine ihrer mächtigsten *Lebenstriebe*, der Geschlechtstrieb zwingt sie zu dieser Handlung. Dass sie dabei stirbt, ist nur ein Pech, das sie nicht bezweckte. Vom Individuum aus gesehen, haben wir es hier mit einer Folgeerscheinung zu tun, gerade so, wie wenn ein Mensch, vom Hunger getrieben, etwas Giftiges isst, wodurch er trotz aller *Lebenstriebes* zugrunde geht.

Die *Idee des Triebes* ist unzertrennbar mit dem *Leben* verbunden. Das Leben entsteht durch Triebe und entfaltet sich durch Triebe. Treten die Triebe zurück, dann bereitet sich das Ende vor, aber nicht *durch* Triebe, sondern geradezu aus *Mangel* an Trieben. Tiere, die in allen ihren Aktionen durch Triebe bestimmt sind, zeigen niemals etwas, was auf die Existenz eines Selbstzerstörungstriebes, eines Todestriebes hinweisen könnte, Menschen nur unter ganz besonderen Umständen; aber auch dann kommt es nur in den seltensten Fällen zur Vernichtung des eigenen Lebens. Selbst während der selbstverursachten Lebensgefahr pflegt der Lebenstrieb wieder über die Verzweiflung zu siegen.

Wenn ich mich nicht täusche, war es gerade FREUD, der den Selbstmord als einen missglückten Selbstmordversuch bezeichnete. Das will heissen, dass der Selbstmordkandidat nicht den Tod wünscht, er kann sich bloss in der konkreten Lebenssituation nicht zurechtfinden und sucht nach einem Ausweg. ¹⁾ SCHOPENHAUER drückt sich so aus: „Der gewöhnliche Selbstmörder will das Leben überhaupt, nur nicht die einzelne Erscheinung dieses Willens, bzw. Lebens“. Würden sich seine Lebensumstände plötzlich verändern, dann würde er seine Absicht sogleich aufgeben. Diese und ähnliche Erscheinungen machen es mehr als wahrscheinlich, dass es sich in diesen abnormalen Fällen nicht um Todestrieb, um Zerstörungstrieb, sondern um einen *bewussten Vorsatz* handelt, der so mächtig ist, dass er den ganzen Triebmechanismus zum Schweigen bringt, und den Willen selbst *gegen* den Einspruch der Triebe in Funktion setzt.

Wie interessant und anregend die dualistische Trieblehre FREUDS auch sein möge, sie lässt sich weder vom allgemeinen biologischen, noch vom psychologischen Gesichtspunkte aus verteidigen. Die beiden Grundbegriffe Eros und Todesdrang können — wie gesagt — als metaphysische Prinzipien gelten, wie etwa die Bejahung und Verneinung des Willens bzw. Lebens, oder wie die Begriffe *φύλα* und *τῆλον*; aber als Grundkräfte des organischen Lebens, als Grundpfeiler des menschlichen und animalischen Triebsystems können sie nicht in Betracht kommen.

Die Aufstellung des dualistischen Triebsystems verdankt ihre Entstehung einem *theoretischen* Bedürfnis FREUDS, Schwierigkeiten,

¹⁾ Diese Deutung, die durch unzählige Beispiele aus den Aussagen von Selbstmordkandidaten bekräftigt wird, büsst ihre Ueberzeugungskraft auch dann nicht ein, wenn man den Selbstmord als eine Verschiebung des Mordversuches auf die eigene Person, als Rückwendung des Destruktionstriebes gegen das eigene Selbst auffasst.

entstanden aus der monistischen Triblehre, aufzuheben. Dass er beim Suchen nach allgemeinen Prinzipien auf zwei gegensätzliche Kräfte gestossen ist, die den Forderungen des begrifflichen Denkens entsprachen, ist natürlich. Dass die Aufstellung der allgemeinen Prinzipien ihn in das metaphysische Gebiet führte, ist die natürliche Folge seines Bestrebens, hinter die Erscheinungen zu dem wahrhaften Wesen der Dinge vorzudringen. Dass schliesslich die metaphysische, die absolute Realität, das wahre Sein, das FREUD in den beiden Grundprinzipien Libido und Tod zu finden glaubte, mit der empirischen Realität nicht in Uebereinstimmung zu bringen ist, liegt in der unvereinbaren Natur des Wesens mit der Erscheinung.
